

Aus dem Fachbereich Medizin
der Johann Wolfgang Goethe-Universität
Frankfurt am Main
Zentrum für Gesundheitswissenschaften
Institut für Arbeitsmedizin
Direktorin: Prof. Dr. med. G. Elsner

Gonarthrose und Heben und Tragen schwerer Lasten im Beruf

- Ergebnisse aus einer Fall-Kontroll-Studie -

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin
des Fachbereichs Medizin der
JOHANN WOLFGANG GOETHE-UNIVERSITÄT FRANKFURT AM MAIN

vorgelegt von: Akan Gül
aus Weinheim
Frankfurt am Main 2009

Dekan: Prof. Dr. J. Pfeilschifter

Referentin: Prof. Dr. G. Elsner

Korreferent: Prof. Dr. T. Vogl

Tag der mündlichen Prüfung: 24.03.2009

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Einleitung | 1 |
| I. Stand der Forschung | 2 |
| 1. Definition der Gonarthrose | 2 |
| 2. Häufigkeit | 4 |
| 3. Risikofaktoren | 5 |
| 3.1. Ausserberufliche Faktoren | 5 |
| 3.2. Berufliche Faktoren | 7 |
| 3.2.1. Berufsgruppen mit erhöhtem Gonarthroserisiko | 7 |
| 3.2.2. Knieende Tätigkeiten im Beruf | 8 |
| 3.2.3. Heben und Tragen schwerer Lasten | 8 |
| II. Eigene Fall-Kontroll-Studie | 24 |
| 4. Methodik | 24 |
| 4.1. Fallgruppe | 25 |
| 4.1.1. Ablauf der Fall-Rekrutierung | 27 |
| 4.1.2. Medizinischer Befundbogen | 28 |
| 4.1.3. Röntgen-Zweitbefundung | 30 |
| 4.2. Kontrollgruppe | 32 |
| 4.2.1. Ablauf der Kontroll-Rekrutierung | 32 |
| 4.2.2. Auswahl der Kontrollpersonen | 34 |
| 4.2.3. Kontaktaufnahme mit den Kontrollpersonen | 34 |
| 4.2.4. Charakterisierung der Nicht-Teilnehmer und der Teilnahmeverweigerer der Kontrollgruppe | 37 |
| 4.3. Instrument der Expositionserhebung | 40 |
| 4.4. Ethik, Datenschutz und Schweigepflicht | 46 |
| 4.5. Charakterisierung der Fallgruppe und der Kontrollgruppe | 47 |
| 4.5.1. Schweregrad der Gonarthrose bei der Patientengruppe | 47 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 4.5.2. Altersverteilung | 48 |
| 4.5.3. Body-Mass-Index | 48 |
| 4.6. Datenanalyse und Auswertungskonzept | 48 |
| 4.6.1. Altersrisiko | 52 |
| 4.6.2. Übergewicht | 53 |
| 4.6.3. Kniegelenksstrapazierende Tätigkeiten | 55 |
| 5. Ergebnisse | 56 |
| 5.1. Heben und Tragen schwerer Lasten | 56 |
| 5.2. Heben und Tragen in Kombination mit Knien/Hocken oder Fersensitz . . | 60 |
| III. Diskussion | 64 |
| 6. Ergebnisdiskussion | 64 |
| 6.1. Querschnittsstudien | 64 |
| 6.2. Kohortenstudien | 65 |
| 6.3. Fall-Kontroll-Studien | 66 |
| 6.4. Kausalitätskriterien | 69 |
| 6.5. Biologische Plausibilität | 71 |
| 6.6. Konsistenz der Ergebnisse | 73 |
| 7. Methodendiskussion | 75 |
| 7.1. Selection bias | 75 |
| 7.2. Recall bias | 82 |
| 7.3. Interviewer bias und Fehlklassifikation | 84 |
| Zusammenfassung | 86 |
| Summary | 88 |
| Literatur | 89 |
| Anhang | 101 |

| | |
|-------------------------------|------------|
| Danksagung | 109 |
| Lebenslauf | 110 |
| Schriftliche Erklärung | 111 |

Tabellenverzeichnis

| | | |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. | Übersicht der epidemiologischen Studien zur Gonarthrose und Heben und Tragen schwerer Lasten(n=14) | 20 |
| 2. | PLZ-Gebiete der Probanden | 26 |
| 3. | An der Studie teilnehmende Einrichtungen | 27 |
| 4. | Teilnehmerzahlen und Teilnahmeraten der Fälle | 29 |
| 5. | Teilnehmerzahlen und Teilnahmeraten der Kontrollen | 37 |
| 6. | Gründe für Nicht-Teilnahme bei Kontrollen, die in die Teilnahmerechnung nicht einfließen | 38 |
| 7. | Altersverteilung der Nicht-Teilnehmer bei Kontrollen, die in die Berechnung der Teilnahmerate nicht einfließen, zum Interviewzeitpunkt | 38 |
| 8. | Verweigerungsgründe bei den Kontrollen | 38 |
| 9. | Altersverteilung der Teilnahmeverweigerer der Kontrollgruppe | 40 |
| 10. | Aufteilung der durchgeführten Fallinterviews nach Interviewern | 43 |
| 11. | Aufteilung der Kontrollinterviews nach Interviewern | 44 |
| 12. | Schweregrad der Gonarthrose bei den Patienten | 47 |
| 13. | Altersverteilung der Probanden | 48 |
| 14. | Body-Mass-Index der Probanden zum Interviewzeitpunkt | 49 |
| 15. | Gonarthroserisiko (OR) für das Alter in 10-Jahres-Kategorien | 53 |
| 16. | Gonarthroserisiko (OR) für den BMI | 55 |
| 17. | Gonarthroserisiko (OR) für die kumulative Tätigkeit im Knien, Hocken oder Fersensitz | 56 |
| 18. | Gonarthroserisiko (OR) für das kumulative Heben alleine | 57 |
| 19. | Gonarthroserisiko (OR) für das kumulative Tragen alleine | 58 |
| 20. | Gonarthroserisiko (OR) für das kumulative Heben und Tragen | 60 |
| 21. | Gonarthroserisiko (OR) für die kumulative Tätigkeit im Knien/Hocken oder Fersensitz (KHF) in Kombination mit der kumulativen Dauer von Heben und Tragen (HT) | 62 |
| 22. | Ergebnisse der untersuchten Studien zum Zusammenhang zwischen dem Heben und Tragen schwerer Lasten und der Entstehung einer Gonarthrose | 74 |
| 23. | Ausländeranteil in der Studie | 77 |
| 24. | Wohnortverteilung der Probanden | 78 |
| 25. | Anteil der Erwerbstätigen nach Branche nach Hessisches Statistisches Landesamt im Jahr 2004 | 80 |

| | | |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 26. | Schulbildung | 82 |
| 27. | Gonarthroserisiko (OR) für ausgewählte Berufe mit Tätigkeiten über zehn Jahre im angegebenen Beruf | 83 |
| 28. | Aufteilung der in den Ergebnissen berücksichtigten Interviews nach In- terviewer/innen | 84 |

Abbildungsverzeichnis

| | | |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. | Fortgeschrittene Gonarthrose mit Gelenkspaltverschmälerung, subchondrale Sklerosierung und Exophytenbildung | 3 |
| 2. | Einzugsgebiet der Fälle und Kontrollen | 25 |
| 3. | Ablauf der Fallrekrutierung | 33 |
| 4. | Ablauf der Kontrollrekrutierung | 35 |
| 5. | Grund der Nicht-Teilnahme nach Staatsangehörigkeit (Kontrollgruppe) . | 39 |
| 6. | Alterstruktur der Teilnehmer und der Teilnahmeverweigerer (Kontrollgruppe) | 41 |
| 7. | Grund der Teilnahmeverweigerung nach Staatsangehörigkeit (Kontrollgruppe) | 42 |
| 8. | Altersverteilung der Probanden | 49 |
| 9. | BMI-Verteilung bei den Probanden | 50 |
| 10. | Gonarthroserisiko (adj. OR) für das Alter in 10-Jahres-Kategorien | 54 |
| 11. | Gonarthroserisiko (adj. OR) für das kumulative Heben alleine | 57 |
| 12. | Gonarthroserisiko (adj. OR) für das kumulative Tragen alleine | 59 |
| 13. | Gonarthroserisiko (adj. OR) für das kumulative Heben und Tragen . . . | 61 |
| 14. | Gonarthroserisiko (adj. OR) für das kumulative Heben und Tragen in Kombination mit Knien/Hocken oder Fersensitz | 63 |
| 15. | Ausländeranteil an sozialversicherungspflichtig Beschäftigten im Rhein-Main-Gebiet (Knobel und Schmid, 2005) | 78 |
| 16. | Wohnortverteilung der Probanden | 79 |
| 17. | Schulbildung der Probanden in Prozent in der jeweiligen Gruppe | 81 |

Einleitung

Die Gonarthrose ist eine häufige Erkrankung in Industrieländern. Der Ärztliche Sachverständigenbeirat beim Bundesministerium für Gesundheit und Soziale Sicherung, Sektion „Berufskrankheiten“, hat die Aufnahme der Gonarthrose in die Berufskrankheiten-Liste empfohlen. Es gibt Hinweise darauf, dass berufliche Faktoren bei der Entstehung der Gonarthrose eine Rolle spielen. Insbesondere kniebelastende Tätigkeiten wie das Knien, Hocken oder der Fersensitz stehen unter Verdacht, eine Gonarthrose zu begünstigen. Ungeklärt ist die Frage, ob das Heben und Tragen schwerer Lasten ebenfalls eine Gonarthrose begünstigen. Es gibt in der Literatur Hinweise darauf, dass solch ein Zusammenhang besteht.

In einem Forschungsprojekt des Instituts für Arbeitsmedizin der Goethe-Universität Frankfurt am Main wird den unterschiedlichen Ursachen für die Entstehung der Gonarthrose nachgegangen. Als Teil dieses Forschungsprojektes soll in der vorliegenden Fall-Kontroll-Studie die Fragestellung zum Zusammenhang der Gonarthrose mit schwerem Heben und Tragen während der beruflichen Tätigkeit bearbeitet werden.

Die Belastung durch das Heben und Tragen schwerer Lasten ist in unserer Gesellschaft insbesondere im Bereich der Bauberufe und der Metallberufe eine häufige berufliche Belastung. Die Studie beschränkt sich daher nur auf Männer, da die vermuteten belastenden Tätigkeiten auf dem geschlechtsspezifischen Arbeitsmarkt weitgehend Männern vorbehalten sind.

Teil I.

Stand der Forschung

Die Gonarthrose ist keine „Berufskrankheit“, die in der Berufskrankheitenliste aufgeführt ist, während der chronische Meniskusschaden schon 1952 in die Liste der Berufskrankheiten aufgenommen wurde und als Berufskrankheit entschädigungsfähig ist (Mehrrens & Perlebach, 1998; Seidler et al., 2001). Physikalische Belastungen am Arbeitsplatz zeigen jedoch in der internationalen Forschung teilweise sogar deutlichere Zusammenhänge zur Gonarthrose auf als der Zusammenhang von physikalischer Belastung und Meniskusschaden (Greinemann, 1988; Jensen & Eenberg, 1996; Bolm-Audorff, 2003; Schouten et al., 2002).

1. Definition der Gonarthrose

Das Kniegelenk ist das größte Gelenk des Menschen. Es besteht aus den knöchernen Gelenkanteilen des Femur, der Tibia und der Patella und wird daher in die Gelenkanteile als *Articulatio femorotibialis* und *Articulatio femoropatellaris* unterteilt (Wirth & Zichner, 2005). Femorotibialgelenk und Femoropatellargelenk sind in ihrer Kinematik eng miteinander gekoppelt, unterscheiden sich jedoch hinsichtlich der belastenden Kräfte, durch die der Gelenkdruck und damit die Gelenkbeanspruchung der Gelenkflächen hervorgerufen wird (Tillmann, 2003).

Die Gonarthrose ist kein klassifizierter Symptomenkomplex, sondern ist vielmehr die klinisch und morphologische Folge unterschiedlicher Faktoren, die zur Schädigung der knorpeligen Gelenkoberfläche und des knöchernen Anteils des Gelenks führen. In der Ätiologie werden die primäre (idiopathische) Gonarthrose, also ohne erkennbaren Kausalzusammenhang, und die sekundäre Gonarthrose in Folge von verschiedenen Krankheiten unterschieden. Die klinischen Klassifikationen entsprechend den Abschnitten oder des Schweregrades der Gonarthrose sind rein deskriptiv und dienen nur der klinischen Unterscheidung, da die Gonarthrose eine sehr heterogene Ätiologie hat (Scharf, 2005).



Abbildung 1: Fortgeschrittene Gonarthrose mit Gelenkspaltverschmälerung, subchondrale Sklerosierung und Exophytenbildung

2. Häufigkeit

Die Gonarthrose ist eine häufige Erkrankung in Westeuropa. Insbesondere bei Frauen ist die Prävalenz der Arthrosen im Allgemeinen (Cunningham & Kelsey, 1984) und der Gonarthrose im Besonderen im Vergleich zu Männern erhöht (Bergström et al., 1986; Felson, 1988; Saase et al., 1989; Günther et al., 1998). Die Prävalenz der Gonarthrose nimmt mit dem Alter zu. Für die Gonarthrose ab Grad 2 (siehe Abbildung 1) nach Kellgren (1963) liegt sie in den Niederlanden bei 12,2% bei über 35-Jährigen (Felson, 1988) und ca. 17% bei über 45-Jährigen (Saase et al., 1989). In der Altersgruppe der über 70-Jährigen steigt die Prävalenz und liegt zwischen 22% bei den 79-Jährigen in Schweden (Bergström et al., 1986) und 40-60% (geschlechtsneutral) bei den 75- bis 79-Jährigen (Bagge et al., 1992).

Studien mit Angaben zur Inzidenz der Gonarthrose sind im internationalen Literaturverzeichnis kaum zu finden und weisen zum Teil große Unterschiede auf. Für die klinisch symptomatische Gonarthrose ergaben sich Indzidenzraten für eine Gonarthrose von 45 (Vingård et al., 1991) bis 599 pro 100.000 Lebensjahre (Kannus et al., 1987). Die Inzidenzrate betrug für eine radiologisch gesicherte Gonarthrose in einer holländischen Studie bei über 45-Jährigen 833 pro 100.000 Lebensjahre (Saase et al., 1989). Die Rate der Neuerkrankungen bei über 70-Jährigen in einer Bevölkerungsgruppe in Massachusetts wird auf etwa 1% geschätzt (Oliveria et al., 1995). Dieser Vergleich der Angaben zur Gonarthrose zeigt aufschlussreich, wie durch die verschiedenen Methoden, die den Erhebungen zugrunde lagen, eine genaue Interpretation der Daten nicht ermöglicht wird. Erschwerend kommt hinzu, dass der radiologische Nachweis einer Gonarthrose mit Gelenkspaltverschmälerung, der subchondralen Sklerosierung und der Osteophyten nicht mit den klinischen Beschwerden korreliert. Nur 15% der Patienten mit einer radiologisch gesicherten Gonarthrose klagen über Knieschmerzen (Hannan et al., 2000).

3. Risikofaktoren

3.1. Ausserberufliche Faktoren

Das Entstehen einer Gonarthrose hängt von unterschiedlichen Faktoren ab. Da die Prävalenz einer Gonarthrose mit steigendem Lebensalter zunimmt und ab dem 70. Lebensjahr eine Plateauphase erreicht, gilt es als wesentlicher Risikofaktor für die Entstehung einer Gonarthrose (Creamer & Hochberg, 1997). Die Entstehung einer Arthrose kann jedoch nicht als reiner Alterungsprozess angesehen werden, denn es bestehen klare Unterschiede zwischen einem Altersgelenk und einem arthrotischen Gelenk (Grushko et al., 1989). Die durch Alterung eintretenden Gelenkveränderungen sind eine endgradige Bewegungseinschränkung mit dezent vermindertem Gelenkspalt und Schmerzfreiheit, die sicheren radiologischen Arthrosezeichen fehlen (Hackenbroch, 1992).

Weiterhin sind Knieverletzungen und Gelenksdeformitäten als Risikofaktoren bekannt und ausreichend untersucht worden. Bis zu 70% der Patienten mit einer Knieverletzung, welche neben der Kontusion der Gelenkoberfläche mit einer Schädigung des Meniskus oder einer Kreuzbandruptur einhergeht, erkranken in ihrem Verlauf an einer Gonarthrose (Gillquist & Messner, 1999; Gelber et al., 2000). Bei 31,4% der Patienten mit einer Gonarthrose war in ihrer Anamnese eine positive Angabe zu einer Kniegelenksverletzung gemacht worden (Günther et al., 2002).

Übergewicht ist ein abgesicherter ausserberuflicher Risikofaktor für die Entstehung einer Gonarthrose (Hartz et al., 1986; Manninen et al., 1996; Sahlström & Montgomery, 1997; Oliveria et al., 1999; Stürmer et al., 2000; Lau et al., 2000; Coggon et al., 2000; Günther et al., 2002). In einer Kohortenstudie bei über 55-Jährigen fanden Cooper et al. (2000) heraus, dass bei Übergewichtigen ein erhöhtes Relatives Risiko (RR) besteht, eine Gonarthrose zu bekommen (RR 18,3; Konfidenzintervall [CI] 5,1-65,1 : Vergleich höchstes Drittel mit niedrigstem Drittel). Stürmer et al. (2000) fanden in ihrer Studie bei übergewichtigen Männern und Frauen mit einem Body-Mass-Index (BMI) von > 25 bis < 30 ein um den Faktor 5,9 und bei adipösen Männern und Frauen (BMI > 30) ein um den Faktor 8,1 signifikant erhöhtes Gonarthroserisiko. Einen Zusammenhang der Adipositas und einer generalisierten Arthrose fand sich nicht (OddsRatio[OR]=1,1; CI 0,6-2,1). Die Autoren kommen zum Schluss, dass die Gonarthrose bei Adipositas durch

die mechanische Beanspruchung erklärbar ist. Es gibt jedoch Hinweise, wonach die Arthrose bei Adipositas auch von metabolischen Prozessen begünstigt wird, da das Risiko, z.B. eine Handgelenksarthrose (Beanspruchung unabhängig vom Körpergewicht) zu bekommen, bei Übergewichtigen ebenfalls erhöht ist (Creamer & Hochberg, 1997; Oliveria et al., 1999). Gesichert ist jedoch, dass das Risiko, eine symptomatische Gonarthrose zu bekommen, durch Gewichtsreduktion vermindert werden kann (Felson et al., 1992).

Zu Fehlstellungen der Beine und ihrem Zusammenhang mit der Entstehung einer Gonarthrose gibt es unterschiedliche Angaben in der Literatur. Greinemann (1983) verglich in einer epidemiologischen Studie 500 Beschäftigte im untertägigen Steinkohlenbergbau mit einer gleich großen nach Alter vergleichbaren Kontrollgruppe ohne kniegelenksbelastende Tätigkeit. Er kam zu dem Ergebnis, dass O- (Genu varum) und X-Beine (Genu valgum) eine Kniegelenksarthrose nicht begünstigen. Ebenso seien die verschiedenen von Wiberg (1941) und Baumgartl (1966) klassifizierten Kniescheibentypen nicht als präarthrotische Deformität anzusehen. Die Patella alta (Kniescheibenhochstand) sei als einzige präarthrotische Deformität sowohl für die Entwicklung einer Retropatellararthrose als auch einer Tibiofemoralarthrose anzusehen. Diese Aussagen sind jedoch wegen der Zusammensetzung der Untersuchungsgruppe auf untertägige Beschäftigte im Steinkohlenbergbau beschränkt. Debrunner (1994) sieht jedoch X- und O-Beine als präarthrotische Deformität in Bezug auf die Entstehung einer Gonarthrose an. Umgekehrt können eine mediale Gonarthrose langfristig auch zu einer O-Fehlstellung und eine laterale Gonarthrose zu einer X-Fehlstellung führen (Debrunner, 1994).

Unbestritten ist, dass genetische Faktoren Einfluss auf das Gonarthroserisiko haben, welches in einer klinischen Studie mit eineiigen weiblichen Zwillingen nachgewiesen wurde (Spector et al., 1996). Weitere wesentliche Faktoren für die Entstehung einer Gonarthrose sind die Osteochondrosis dissecans sowie entzündliche Kniegelenksarthritiden (z.B. bei chronischer Polyarthrit) (Debrunner, 1994) oder ein Zustand nach Meniskektomie, eine Kreuzbandinsuffizienz sowie eine Kniegelenksverletzung in der Anamnese (Jacobsen, 1977; Greinemann, 1983; Neyret et al., 1993; Cooper et al., 1994[a]; Sahlström & Montgomery, 1997; Lau et al., 2000; Manninen et al., 2001).

Zum Zusammenhang zwischen der Ausübung bestimmter kniegelenksbelastender Sportarten und dem Gonarthroserisiko liegen unterschiedliche Angaben vor. Während einige Studien Hinweise auf ein erhöhtes Risiko für die Entstehung einer Gonarthrose bei

sportlicher Tätigkeit zeigen (Kujala et al., 1994; Deacon et al., 1997; Cooper et al., 2000; Kettunen et al., 2001), gibt es auch Studien, die keinen Zusammenhang sehen (Imeokparia et al., 1994; Sutton et al., 2001). Bei Fußballspielern zum Beispiel ist das Gonarthroserisiko in der Fall-Kontroll-Studie von Roos et al. (1994) mit einer OR von 4,4 (CI 2,0-9,9) deutlich erhöht. Drawer und Fuller (2001) kommen zu dem Ergebnis, dass die Arthrose bei Fussballern in den Gelenken der unteren Extremität häufiger vorkommt als in der Bevölkerung, ähnliche Ergebnisse sind in der Studie von Turner et al. (2000) zu finden. Andere Studien sehen keinen Zusammenhang zwischen dem Fussballspielen und dem Gonarthroserisiko (Mueller, 1979; Klünder et al., 1980). Diese Studien leiden jedoch unter einer geringen statistischen Power. Insgesamt kann keine genaue Aussage über die Auswirkung von sportlicher Aktivität auf die Entstehung der Gonarthrose gemacht werden.

3.2. Berufliche Faktoren

3.2.1. Berufsgruppen mit erhöhtem Gonarthroserisiko

Bei Steinkohle-Bergleuten, die untertage tätig sind, ist das Gonarthroserisiko, wie aus verschiedenen Querschnittstudien zu sehen ist, deutlich erhöht (Kellgren & Lawrence, 1952; Lawrence, 1955; Kellgren & Lawrence, 1958; Greinemann, 1983). Auch aus einigen Fall-Kontroll-Studien lässt sich ableiten, dass Steinkohle-Bergleute ein erhöhtes Risiko haben, eine Gonarthrose zu entwickeln (Pfeil, 1966; O'Reilly et al., 2000).

Bauarbeiter sind ebenfalls einem erhöhten Gonarthroserisiko ausgesetzt, insbesondere Fliesen- und Bodenleger (Vingård et al., 1992; Kivimäki et al., 1992; Jensen et al., 2000; Sandmark et al., 2000; Hartmann & Seidel, 2003). O'Reilly et al. (2000) fanden in einer Befragung von 4.000 Personen der Altersgruppe 40 - 80 in England ein signifikant erhöhtes Risiko für Kniegelenksbeschwerden bei Bauarbeitern (OR 2,4). Besonders erwähnt wird ein erhöhtes Risiko für Kniegelenksbeschwerden bei Zimmerleuten, welches signifikant erhöht war (OR 4,6). Das Risiko für Kniegelenksbeschwerden in anderen Bauarbeiterberufen wird in der Studie nicht mitgeteilt.

In einer Querschnittstudie von Kasch (1985) wurde bei Werftarbeitern eine erhöhte

Prävalenz der Gonarthrose bei exponierten Werftarbeitern im Vergleich zu Nicht-Exponierten nachgewiesen. Da die Nicht-Exponierten deutlich älter waren als die Exponierten, wären die Unterschiede noch deutlicher ausgefallen, hätte man eine altersadjustierte Berechnung durchgeführt. Weitere Studien belegen das erhöhte Risiko für eine Gonarthrose bei Werftarbeitern, insbesondere Werftschweissern, Schiffsbauern und Rohrschlossern (Kasch & Enderlein, 1986; Nauwald, 1986; Lindberg & Montgomery, 1987).

3.2.2. Knieende Tätigkeiten im Beruf

In verschiedenen Studien wurde der Zusammenhang zwischen einer beruflichen Einwirkung durch Arbeiten im Knien oder vergleichbarer Kniebelastung und einem erhöhten Gonarthroserisiko bestätigt (Felson, 1988; Cooper et al., 1994; Elsner et al., 1996; Sandmark et al., 2000; Coggon et al., 2000). In der Studie von Sandmark et al. (2000) ließ sich bei Männern eine Dosis-Wirkungs-Beziehung zwischen der Höhe beruflicher Belastungen durch Arbeiten im Knien und Hocken sowie dem Gonarthroserisiko nachweisen. Maetzel et al. (1997) kamen zu dem Ergebnis, dass die bisherigen Studien eine „konsistent positive Beziehung“ zwischen Arbeiten im Knien und vergleichbarer Kniegelenksbelastung und Gonarthrose zeigen.

3.2.3. Heben und Tragen schwerer Lasten

Im Folgenden sind die verschiedenen wissenschaftlichen Arbeiten, die sich mit dem Thema „Gonarthrose-Risiko bei schwerem Heben oder Tragen“ befasst haben, dargestellt und beschrieben. Es werden nur die Ergebnisse bezüglich des Gonarthrose-Risikos bei Männern dargestellt.

Schlomka und Schröter (1953) untersuchten 97 „Schwerlastträger“ röntgenologisch zur Klärung von arthrotischen Veränderungen im Kniegelenk. Bei den „Schwerlastträgern“ handelte es sich um Männer, die seit mindestens drei Jahren in ihrem Beruf, z.B. als Möbeltransportarbeiter oder als Sackträger in Müllereibetrieben, tätig waren. Die prozentuale Häufigkeit der festgestellten radiologischen Gonarthrosen verglichen sie mit literarischen Angaben über die Häufigkeit der Gonarthrose im Allgemeinen. In der Gruppe

der „Schwerlastträger“ kam die Gonarthrose mit 32% häufiger vor als in der Literaturangabe von 5%. Die Autoren kommen zum Schluss, dass die relative Häufigkeit der Gonarthrose bei den „Schwerlastträgern“ höher liegt als im Durchschnitt, eine endgültige Aussage wird jedoch aufgrund der kleinen Fallzahl vermieden.

Axt (1960) verglich in einer Querschnittsstudie 50 Schwerarbeiter der Leipziger Eisen- und Stahlwerke (Gruppe A) mit 50 Büroangestellten (Gruppe B). In welchem Zeitraum die Studie durchgeführt wurde, ist nicht angegeben. 37 Männer aus der Gruppe A waren als Auspacker tätig, die pro Arbeitsschicht etwa 350-400 maschinengeformte Kästen „auspackten“. Das Gewicht, das dabei angehoben und mehrere Meter weit getragen wurde, betrug etwa 30-35 kg. Mit einem etwa 10 kg schweren Hammer wurde dann gegen den Kasten geschlagen und die Gussware „ausgepackt“. Die restlichen 13 Männer aus der Gruppe A waren als Ofenarbeiter (Schmelzer) tätig. Diese mussten durchschnittliche Gewichte von 12,3 kg anheben und tragen. Alle Personen aus der Gruppe A waren mindestens seit fünf Jahren als Packer oder Schmelzer tätig gewesen. Die Personen, die in die Gruppe B aufgenommen wurden, waren Büroangestellte, die in ihrer Berufsanamnese keine, auch keine vorübergehende, schwere körperliche Arbeit leisten mussten. Auch während der Militärdienstzeit leisteten diese Personen keine überwiegend schwere körperliche Arbeit. Bei allen Teilnehmern wurden Röntgenaufnahmen der Kniegelenke erstellt und ausgewertet. Es fand sich zwischen der Gruppe A und der Gruppe B ein Verhältnis von 14:10 Kniegelenksarthrosen.

Wickström et al. (1983) fertigten in einer Querschnittsstudie bei 252 finnischen Stahlbetonarbeitern im Alter von 20-64 Jahren, die durchschnittlich 15 Jahre berufstätig waren, und bei 231 Malern im Alter von 24-64 Jahren, die durchschnittlich 21 Jahre berufstätig waren, Röntgenbilder beider Kniegelenke in zwei Ebenen an. Die Röntgenbilder wurden von zwei Radiologen im Konsens befundet und Veränderungen wie Osteophyten, Gelenkspaltverschmälerung und subchondrale Sklerosierung dokumentiert. Vor dem Vergleich beider Gruppen wurden die Ergebnisse nach Alter justiert. Zur Belastungsermittlung beobachteten ein Ingenieur und ein Physiotherapeut gemäß eines dafür entwickelten Schemas systematisch insgesamt 210 Stunden lang sechs verschiedene Stahlbetonbaustellen und dokumentierten im 30-Sekundenintervall die ausgeführten Tätigkeiten und konzentrierten sich dabei insbesondere auf die Haltung der Beine und die Handhabung von Lasten. Analog dazu wurden auf weiteren zwei Renovierungsbaustellen, wo Malereitaktivitäten ausgeführt wurden, insgesamt 60 Stunden diese nach dem selben Sche-

ma beobachtet und die Ergebnisse dokumentiert. Ein Stahlbetonarbeiter hob demnach durchschnittlich 15-mal in der Stunde ein Gewicht von 5-15 kg, während ein Maler dies nur sechsmal pro Stunde tat. Gewichte über 20 kg wurden von Stahlbetonarbeitern etwa sechsmal pro Stunde gehoben, während Maler dies selten taten. Ein Stahlbetonarbeiter stand mit gebeugten Knien etwa 3% seiner Arbeitszeit, ein Maler 0%. Im Hocken verbrachte ein Stahlbetonarbeiter 2% seiner Arbeitszeit, während ein Maler 9% seiner Arbeitszeit im Hocken verbrachte. Kaum Unterschiede gab es bei der Häufigkeit im Knieen: 4% bei Stahlbetonbauern, 3% bei Malern. In der radiologischen Beurteilung fanden sich keine signifikanten Unterschiede beider Gruppen in der Prävalenz von Verschleißerscheinungen im Kniegelenk (Osteophyten im femorotibialen Gelenk: Stahlbetonarbeiter 18%, Maler 15%).

Felson et al. (1991) befragten 1424 Teilnehmer (Männer und Frauen) der Framingham-Studie während der 18. Untersuchungsreihe in den Jahren 1983-1985 zu Kniegelenksbeschwerden, untersuchten sie und fertigten Röntgenbilder beider Kniegelenke an. Die Röntgenbilder wurden nach den radiologischen Kriterien von Kellgren (1963) klassifiziert und Personen mit einem Grad der Gonarthrose von mindestens Grad 2 in einem der Knie als Fall definiert. Für die Expositionsbestimmung wurden die Angaben zum Beruf in den ersten sechs Untersuchungsreihen der Framingham-Studie (1948-1961) herangezogen und als neunstelliger Code nach dem Dictionary of Occupational Titles (DOT) codiert. Dieser Code beinhaltete Hinweise zu den körperlichen Belastungen, in die das Heben, Tragen, Ziehen oder Schieben von Lasten einfluss und das Gewicht der bewegten Gegenstände eine Rolle spielte. Jeder Beruf wurde in eine der insgesamt folgenden fünf Kategorien zugeordnet:

- 1. Sitzende Tätigkeit: Bewegen von Lasten mit einem Maximalgewicht von 10 amerikanischen Pfund(lb)¹ , gelegentliches Laufen oder Stehen.
- 2. Leichte Tätigkeit: häufiges Heben von Lasten mit einem Maximalgewicht von 20lb² oder häufiges Tragen von Gewichten mit maximal 10lb³ , häufiges Laufen oder Stehen.

¹1 amerikanischer Pfund entspricht 453,59 Gramm, hier also 4,54kg

²entspricht 9,07kg

³entspricht 4,54kg

- 3. Mittelschwere Tätigkeit: häufiges Heben von Lasten mit einem Maximalgewicht von 50lb⁴ oder häufiges Tragen von Lasten mit einem Maximalgewicht von 25lb⁵, häufiges Laufen oder Stehen.
- 4. Schwere Tätigkeit: häufiges Heben von Lasten mit einem Maximalgewicht von 100lb⁶ oder häufiges Tragen von Lasten mit einem Maximalgewicht von 50lb⁷.
- 5. Sehr schwere Tätigkeit: häufiges Heben von Lasten mit einem Gewicht von mehr als 100lb⁸ oder häufiges Tragen von Lasten mit einem Gewicht von mehr als 50lb⁹.

Zusätzlich zu diesen Kategorien wurde jeder Beruf entweder als kniebelastender Beruf (mit Knien, Hocken, Kriechen und Krabbeln) oder als nicht kniebelastender Beruf dokumentiert. Es wurden getrennt nach Geschlechtern OddsRatios berechnet und das Alter, der BMI, ein Knie Trauma in der Anamnese, der Bildungs- und Raucherstatus als Confounder berücksichtigt. Als Outcome wurden eine radiologische Gonarthrose (mindestens Grad 2 in einem Knie), eine schwere radiologische Gonarthrose (mindestens Grad 3 in einem Knie), eine bilaterale Gonarthrose (mindestens Grad 2 in beiden Knieen) und eine symptomatische Gonarthrose (Schmerzen im Knie und radiologische Gonarthrose) unterschieden. Die Berufe wurden in vier Gruppen eingeteilt, Berufe mit oder ohne Kniebelastung und mit mindestens mittelschwerer körperlicher Belastung oder ohne diese Belastung. Es fanden sich erhöhte Erkrankungsraten für eine radiologische, schwere und bilaterale Gonarthrose bei Männern in Berufen, die mit einer Kniebelastung und schwerer körperlicher Tätigkeit einhergingen. Die OR für Berufe mit Kniebelastungen und schweren körperlichen Tätigkeiten war signifikant mit 2,22 (CI 1,38-3,58) erhöht. Die adjustierten ORs mit 2,37 (CI 1,28-4,42) für eine bilaterale Gonarthrose und mit 1,98 (CI 1,08-3,64) für eine schwere Gonarthrose waren ebenfalls signifikant erhöht. Es fanden sich keine Zusammenhänge zwischen einer symptomatischen Gonarthrose und den beruflichen Belastungen.

Schouten et al. (1992) werteten die Daten einer Querschnittstudie zur Prävalenz der

⁴entspricht 22,68kg

⁵entspricht 11,34kg

⁶entspricht 45,54kg

⁷entspricht 22,68kg

⁸entspricht 45,54kg

⁹entspricht 22,68kg

rheumatischen Erkrankungen bei Personen über 20 Jahren zwischen 1975 bis 1978 in Zoetermeer in Dänemark aus und verglichen die Daten aus dieser Studie mit den Daten einer Follow-Up-Studie im Jahr 1988-1989. In der ersten Studie wurden die Probanden klinisch untersucht und Röntgenaufnahmen der Kniegelenke bei Personen über 45 Jahren angefertigt. Eine Gonarthrose größer als Grad 2 nach Kellgren (1963) wurde als positive radiologische Gonarthrose definiert. In der Follow-Up-Studie wurden bei den in der ersten Studie radiologisch positiven Patienten zusätzlich Röntgenaufnahmen der Kniegelenke erstellt. Die Probanden wurden zu vergangenen Knie-traumata, zu Meniskektomien und zu den ausgeübten Berufen befragt und die Berufe mit einem Score versehen. Die Röntgenaufnahmen aus beiden Studien wurden verglichen und nach Knorpelverlust kategorisiert. Es wurden die Daten von insgesamt 233 Probanden ausgewertet, die Teilnahmerate betrug 73%. Die Autoren fanden heraus, dass bei noch im Beruf Tätigen (105 Personen) das schwere Heben und Tragen im Beruf keinen Einfluß auf die Verschlimmerung einer Gonarthrose hat (adjustierte OR 1,0; CI 0,33-3,02).

Cooper et al. (1994) führten eine Fall-Kontroll-Studie mit 109 Fällen und 218 nach Alter und Geschlecht gematchten Kontrollpersonen durch. Die Fälle und Kontrollen waren Männer und Frauen über 55 Jahre aus einem Kollektiv von 2101 Personen, die in einer umfangreichen allgemeinen Hausarztpraxis in Bristol (England) gemeldet waren. Die Personen wurden postalisch nach Knieschmerzen im Laufe des letzten Jahres befragt. Es meldeten sich 413 Personen mit einer positiven Knieschmerzanamnese. Diese und genauso viele Personen ohne Knieschmerzen wurden zu einer weiteren Untersuchung eingeladen und das Knie in beiden Ebenen geröntgt. Zur Röntgenaufnahme erklärten sich 273 knieschmerzpositive und 240 -negative bereit. 109 Personen, die knieschmerzpositiv waren, hatten eine Gonarthrose mindestens Grad 3 nach Kellgren (1963) oder eine Arthrose des patellofemorale Gelenks mindestens Grad 3 nach dem Radiographic Atlas of Knee Osteoarthritis (Spector et al., 1992) und wurden als Fall definiert. Eine doppelte Anzahl an Kontrollpersonen wurde alters- und geschlechtsgematcht aus den knieschmerznegativen Personen gebildet, die in den Röntgenbildern höchstens eine Gonarthrose Grad 1 hatten. Alle Personen wurden vor der Anfertigung der Röntgenbilder interviewt, und die vollständige Berufsbiographie mit Einzelheiten hinsichtlich des Vorhandenseins von acht spezifischen Tätigkeiten bei der Berufsausübung: Hocken, Knien, schwere Lasten Heben, Treppensteigen, Gehen, Stehen, Sitzen und Autofahren wurde erhoben. Als Haupttätigkeit galt bei den Fällen der am längsten ausgeübte Beruf bis zum Auftreten von ersten Symptomen, für Kontrollpersonen war es die längste Berufs-

tätigkeit bis zum Interviewdatum. Im Rahmen des Interviews wurden die Personen ausserdem auf das Vorhandensein von Heberden-Knoten an den Fingergelenken untersucht. Die Ergebnisse der Studie wurden nach dem BMI oder der Abwesenheit von Heberden-Knoten adjustiert. Es fand sich heraus, dass alleiniges Heben und Tragen von Lasten >25kg pro durchschnittlichem Arbeitstag kein signifikantes Risiko für eine Gonarthrose darstellt (OR 1,4; CI 0,4-3,7). Probanden, die Kniebeugung ohne Lastenheben angaben, unterlagen einem erhöhten Risiko, an einer Gonarthrose zu erkranken (OR 2,5; CI 1,1-5,5). Beim schweren Heben in Zusammenhang mit Kniebeugung fand sich ebenfalls ein erhöhtes Risiko, an einer Gonarthrose zu erkranken (OR 5,4; CI 1,4-21,0), gegenüber Personen, die in ihrem Beruf weder knien noch schwere Lasten heben mussten.

Elsner et al. (1996) befragten zwischen 1989 und 1993 in einer Fall-Kontroll-Studie 115 Männer aus einer Frankfurter Orthopädie-Praxis und 95 Kontrollpersonen aus einer augenärztlichen und allgemeinärztlichen Praxis und Besucher einer Kirchengemeinde in unmittelbarer Umgebung der orthopädischen Praxis mit einem selbstauszufüllenden Fragebogen zu beruflichen Tätigkeiten und zu den arbeitsbedingten Belastungen. Als Fälle galten die Patienten aus der orthopädischen Praxis, die untersucht worden waren und mindestens eine diskrete Gonarthrose im Röntgenbild in einem der Kniegelenke aufwiesen. Patienten mit einer Patelladysplasie, rheumatischen Erkrankungen, Gicht oder mit traumatischen Ereignissen in der Vorgeschichte wurden als Fall ausgeschlossen. Die Kontrollpersonen waren Personen ohne Beschwerden im Bewegungsapparat. Im Rahmen der Berufsanamnese wurde die Belastung durch Heben von Lasten >20kg, 5-20 kg und schwerem Werkzeug im gesamten Erwerbsleben erfragt. Die Probanden konnten angeben, ob sie praktisch immer, häufig, selten oder nie belastet waren. Die ersten beiden Kategorien galten als Belastung, während Personen mit anderen Angaben oder fehlenden Angaben als unbelastet galten. Die Berufsanamnese wurde bis zum Datum des erstmaligen Aufsuchens der Praxis wegen Kniebeschwerden analysiert. Die Ergebnisse wurden nach Alter adjustiert. Die Autoren fanden keine signifikante Erhöhung des Gonarthroserisikos für das Heben von Lasten von 5-20kg (OR 1,2; CI 0,70-2,23), >20kg (OR 1,3; CI 0,73-2,35) oder schwerem Werkzeug (OR 1,6; CI 0,86-3,15).

Sahlström und Montgomery (1997) führten eine Fall-Kontroll-Studie durch, bei der 266 Patienten (Teilnahmerate 79%) mit Schmerzen im Knie in den Jahren 1982-1986 und einer radiologisch gesicherten Gonarthrose von mindestens Grad 1 nach Ahlbäck (1968) und einer Gelenkspaltverschmälerung von mindestens 3mm mit einer Gruppe von 463

Kontrollpersonen (Teilnahmerate 70%) verglichen wurden. Die Kontrollpersonen wurden aus dem Einwohnermeldeamt derselben Region (Malmö-Schweden) wie die Fälle rekrutiert und nach Alter und Geschlecht gematcht. Es wurde nach früheren Röntgenbildern der Kniegelenke gesucht und Kontrollen, die die Fallkriterien erfüllten, aus dem Kontrollkollektiv herausgenommen (2,6%). Die Probanden wurden aufgefordert, ihre beruflichen Tätigkeiten im Alter von 25-39 Jahren, im Alter von 40-54 Jahren und im Alter von 55-70 Jahren anzugeben und die beruflich bedingten Kniebelastungen im Hinblick auf Laufen, Objekte von mehr als 15kg mit Kniebeugung heben, Leitersteigen und Springen einzuschätzen. Ebenfalls wurde nach Confoundern wie Übergewicht, Sport, Knieverletzungen, Zuckerkrankheit und Nierenerkrankungen gefragt. Durch die angegebenen Belastungen wurden die Berufe einer von drei Gruppen zugeordnet:

- a) Berufe mit leichtem Kniemoment (sitzend, laufend, tragend)
- b) Berufe mit mittlerem Kniemoment (Heben und Tragen mit gebeugtem Knie, Besteigen von Leitern mit oder ohne Tragen von Objekten)
- c) Berufe mit hohem Kniemoment (a und b mit Springen und mit oder ohne Tragen von Objekten)

Die aus dem Fragebogen ersichtlichen Berufsbezeichnungen wurden zusätzlich von vier Spezialisten für gewerbliche Hygiene im Konsens einer dieser Gruppen zugeordnet. Die Autoren kommen zu dem Ergebnis, dass für berufliche Belastungen mit mittlerem und hohem Kniemoment ohne Berücksichtigung von anderen Risikofaktoren eine erhöhte OR von 1,9 (CI 1,4-2,7) besteht. Bei Berücksichtigung von weiteren Risikofaktoren wie Übergewicht, Hüftarthrose und Meniskusoperation minimiert sich die OR auf 1,1 (CI 0,7-1,8). Eine Gonarthrose sei zwar durch Kniebelastungen verursacht, nicht jedoch notwendigerweise eine berufsbedingte Erkrankung.

McAlindon et al. (1999) untersuchten die Teilnehmer der Framingham-Studie, die in der 18. Befragung (1983-1985) keine radiologischen Veränderungen im Kniegelenk hatten und an der 20. Befragung den Fragebogen zu physikalischen Aktivitäten ausgefüllt hatten, auf Veränderungen im Kniegelenk im Sinne einer radiologischen Gonarthrose von mindestens Grad 2 nach Kellgren (1963). Die Teilnehmer wurden zu ihren Aktivitäten im Alltag, also Beruf und Freizeit, befragt und einer von drei Kategorien zugeteilt:

- leichte Aktivität (Stehen, gelegentliches Laufen)
- mittlere Aktivität (Heben und Tragen leichter Objekte, schnelles Gehen)
- hohe Aktivität (Heben und Tragen von Lasten mit mehr als fünf Pfund¹⁰, Rasenmähen, Gartenarbeit mit schwerem Werkzeug usw.)

Die Ergebnisse wurden nach Alter, Geschlecht, BMI, Gewichtsverlust, Knieverletzung, Gesundheitstatus, Rauchen und Kalorienaufnahme adjustiert. Es fand sich ein statistisch signifikant erhöhtes Risiko für die Entstehung einer Gonarthrose bei Personen mit einer hohen täglichen Aktivität.

Coggon et al. (2000) verglichen in einer altersgematchten Fall-Kontroll-Studie 205 männliche Patienten, die über einen Zeitraum von zwei Jahren in drei englischen Gesundheitsbezirken auf einer Warteliste für eine Kniegelenktotalendoprothese standen, mit 205 männlichen Kontrollpersonen aus denselben Hausarztpraxen wie die Fälle, die sich vorher keinem chirurgischen Eingriff am Kniegelenk unterzogen hatten. Patienten, die im Vorjahr eine Knieverletzung erlitten hatten oder die diagnostische Kriterien einer rheumatoiden Arthritis oder einer Spondylarthritis aufwiesen, wurden als Fälle ausgeschlossen. Die Responserate betrug 93% bei den Fällen und 57% bei den Kontrollen. Die Probanden wurden nach den sämtlichen nach dem Schulabgang verrichteten beruflichen Tätigkeiten befragt. Bei jeder angegebenen Berufstätigkeit mussten Angaben zur wöchentlichen Häufigkeit von schwerem Heben unterschiedlicher Lasten gemacht werden. Ob ein durchschnittlicher Arbeitstag eine von acht spezifizierten beruflichen Tätigkeiten einschloss, darunter Knien und Hocken, wurde ebenfalls erfragt. Nach dem Interview wurde die Körpergröße und das Körpergewicht der Probanden gemessen und die Hände auf Heberden-Knoten untersucht. Die Ergebnisse wurden nach BMI, Heberden-Knoten und vorangegangenen Knieverletzungen adjustiert. Es fand sich eine statistisch nicht signifikante Erhöhung des Gonarthrose-Risikos für das Heben von Lasten $\geq 25\text{kg}$ mehr als zehnmal pro Woche über einen Zeitraum von mehr als einem Jahr (OR 1,6; CI 0,8-3,5). Bei Probanden, die angaben, dass sie mehr als eine Stunde pro Tag über einen Zeitraum von mindestens einem Jahr im Knien und Hocken gearbeitet hatten und in Kombination damit schwere Lasten heben mussten, war das Risiko statistisch signifikant höher als bei Personen, die im Beruf keine schweren Lasten heben und nicht knien oder

¹⁰entspricht 2,27kg

hocken mussten (OR 2,9; CI 1,3-6,6).

Lau et al. (2000) führten im Zeitraum von Januar bis Dezember 1998 eine Fall-Kontroll-Studie durch. Die Fälle waren Patienten mit einer Gonarthrose, die in einem Zeitraum von drei Monaten aus den orthopädischen Abteilungen aller Landeskrankenhäuser in Hongkong rekrutiert wurden. Alle Patienten mit einer Gonarthrose von mindestens Grad 3 nach Kellgren (1963) wurden in die Studie aufgenommen. Patienten, die eine rheumatoide Arthritis oder eine ankylosierende Spondylitis hatten, wurden aus der Studie ausgeschlossen. Patienten mit einer positiven Anamnese für einen Morbus Perthes, eine kongenitale Dislokation, eine abgerutschte Epiphyse oder für andere Ursachen einer sekundären Arthrose wurden ebenfalls aus der Studie ausgeschlossen. Insgesamt nahmen an der Studie 166 Männer teil. Eine gleiche Anzahl an Kontrollen wurde aus acht allgemeinmedizinischen Staatskrankenhäusern aus derselben Region und im selben Zeitraum wie die Fälle rekrutiert und nach Alter gematcht ausgewählt. Durch Befragung wurde ausgeschlossen, dass die Kontrollen eine Gonarthrose oder länger als eine Woche anhaltende Schmerzen im Knie hatten. Die Probanden wurden mit einem standardisierten Interview zu allen Berufen befragt, die sie länger als ein Jahr ausgeübt hatten. Zur Auswertung wurde der längste ausgeübte Beruf bis zum Diagnosedatum bei den Fällen und bei den Kontrollen der längste ausgeübte Beruf bis zum Interviewdatum herangezogen. Die Probanden mussten Fragen zum Knien, Hocken, Laufen, Treppensteigen und zum Heben von Lasten beantworten. Eine frühere Knieverletzung, die einer medizinischen Behandlung bedurfte, wurde ebenso erfragt wie das Rauchen und das Sportverhalten. Die Körpergröße und das Körpergewicht wurden ebenfalls erfasst. Die Ergebnisse wurden nach allen Variablen adjustiert, die einen direkten Zusammenhang mit der Gonarthrose hatten. Welche das genau waren, wird allerdings von den Autoren nicht offengelegt. Es bestand ein Zusammenhang mit dem BMI und der Knieverletzungsanamnese. Das Rauchen war statistisch signifikant protektiv für die Gonarthrose (OR 0,2; CI 0,1-0,5). Die adjustierte OR für das Heben von Lasten mehr als 10kg öfter als zehnmal pro Woche in der längsten Berufsphase war statistisch signifikant erhöht (OR 5,4; CI 2,4-12,4). Nimmt man die Knieverletzung in die Berechnung mit ein, so ergibt sich für Patienten mit einer positiven Knieverletzungsanamnese, die zusätzlich schwer heben mussten, eine OR von 25,9 (CI 8,1-82,4).

Sandmark et al. (2000) führten eine populationsbezogene Fall-Kontroll-Studie durch, bei der die Probanden zwischen 1921 und 1938 geborene Männer waren und in den Jahren

zwischen 1991 und 1995 in einer von 14 schwedischen Verwaltungsbezirken lebten. Die Fälle hatten im Zeitraum von 1991 bis 1993 eine Kniegelenktotalendoprothese wegen einer primären Gonarthrose erhalten und waren zum Zeitpunkt der Operation zwischen 55 und 70 Jahren alt. Die Fälle wurden anhand eines landesweiten Swedish Knee Arthroplasty Registers ausgesucht, das fast vollständige Daten über alle Knieendoprothesen in ganz Schweden enthielt. Die Kontrollen waren aus den Einwohnermelderegistern des Einzugsgebiets der Fälle per Zufall auserwählte Personen. Ausschlusskriterien für alle Probanden waren frühere Verletzungen oder Operationen des Kniegelenks oder des umgebenden Gewebes, eine rheumatoide Arthritis oder systemische Gelenkerkrankungen oder Fehlbildungen des Muskel-Skelett-Systems. Fälle, die über Kniesymptome vor dem 50. Lebensjahr berichteten, wurden ebenfalls ausgeschlossen. Bei den Kontrollpersonen wurden diejenigen ausgeschlossen, die über eine Gonarthrose oder starke Schmerzen und Dysfunktion im Kniegelenk berichteten. Insgesamt waren 325 Fälle und 264 Kontrollen an der gesamten Studie beteiligt. Die Teilnahmerate betrug 88% bei den Fällen und 80% bei den Kontrollen. Alle Probanden mussten einen postalisch verschickten Fragebogen ausfüllen, der Informationen über körperliche Belastungen am Arbeitsplatz, bei der Hausarbeit, sportliche Aktivitäten, Körpergröße und Gewicht in verschiedenen Lebensabschnitten, Rauchgewohnheiten und Medikation enthielt. Die Exposition gegenüber Heben und Tragen wurde von den Probanden hinsichtlich Häufigkeit und Gewicht geschätzt und dann in Kilogramm für denselben Zeitraum summiert. Beim Heben in der Freizeit oder Hausarbeit wurde nur die Häufigkeit summiert. Die kumulative Zeitdauer und Häufigkeit dieser Variablen wurden dann für den Zeitraum von 15 bis 50 Jahren auf das Lebensalter hochgerechnet. Es wurden drei Klassen gebildet mit geringer, mittlerer und hoher Exposition auf Basis der Referenzwerte. Die mittleren 50% galten als mittlere Exposition. Die Ergebnisse wurden alle nach Alter, BMI im Alter von 40 Jahren, Rauchen und sportliche Aktivitäten adjustiert. Die Belastung durch Heben während der Hausarbeit war nicht mit einer erhöhten OR verbunden (bei mittlerer Exposition OR 0,9; CI 0,6-1,5, bei hoher Exposition OR 1,0; CI 0,6-1,7). Das Heben während der Arbeit war jedoch signifikant mit einem erhöhten Risiko bei mittlerer Exposition (OR 2,5; CI 1,5-4,4) und bei hoher Exposition (OR 3,0 ; CI 1,6-5,5) assoziiert gegenüber keiner oder geringer Exposition. Da eine Dosis-Wirkungs-Beziehung zu sehen ist, kommen die Autoren zum Schluss, dass das Heben von Lasten mit einem erhöhten Risiko für eine Gonarthrose mit Kniegelenksendoprothese assoziiert ist.

Seidler et al. (2001) befragten in einer Fall-Kontroll-Studie von Januar 1996 bis Juli 1997

männliche Patienten, die wegen Kniebeschwerden in einer Frankfurter berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik geröntgt und behandelt wurden. Patienten, die eine radiologisch gesicherte Gonarthrose von mindestens Grad 1 nach Kellgren (1963) hatten und bei denen ein Meniskusschaden klinisch oder arthroskopisch ausgeschlossen worden war, sog. „isolierte Gonarthrose“, wurden in die Fallgruppe aufgenommen (n=108). Patienten, die keine Gonarthrose und auch keinen Meniskusschaden hatten, wurden der Gruppe der Kontrollpersonen zugeordnet (n=181). Die Probanden wurden gebeten, einen Fragebogen zu ihren ausgeübten Berufen auszufüllen und Angaben zur Häufigkeit von Heben oder Tragen von Gegenständen zwischen 5kg und 20kg, zwischen 20kg und 50kg und von mehr als 50kg zu machen. Die Dauer dieser Tätigkeiten wurde für die Wochenarbeitszeit gewichtet und kategorisiert. Ausserdem wurden Daten zu sportlichen Aktivitäten, zum BMI sowie zu spezifischen Knieerkrankungen in der Anamnese erhoben. Die Ergebnisse wurden für Alter, BMI und Freizeitsport adjustiert. Es fand sich ein nicht signifikant erhöhtes Risiko einer Gonarthrose bei beruflich belasteten Patienten, die länger als 10 Jahre Gewichte von 50kg oder mehr heben oder tragen mussten (OR 3,4; CI 0,7-17,2). Das tägliche Knien alleine oder das Knien und Heben oder Tragen von Gewichten über 50kg länger als 10 Jahre war mit einer nicht signifikant erhöhten OR von 2,7 (CI 1,0-7,1) assoziiert. Die Autoren beklagen die geringe Power der Studie und die nicht repräsentative Kontrollgruppe. Die ungenaue Expositionsermittlung wird ebenfalls bemängelt. Etwa zwei Drittel der Fälle hatten eine leichte Gonarthrose von Grad 1 und waren somit in der Fallgruppe deutlich überrepräsentiert.

Manninen et al. (2002) verglichen im Jahr 1994 ein computergestütztes Telefoninterview, an dem 55 männliche Fälle und 140 Kontrollpersonen im Alter von 55 - 75 Jahren teilnahmen. Die Fälle waren Patienten, die sich in den Jahren 1992 und 1993 in der Kuopio Universitätsklinik einer ersten Knieoperation wegen einer primären Gonathrose unterzogen hatten. Die Auswahl der Fälle erfolgte durch das Finnish Registro of Arthroplasty. Die Kontrollpersonen waren eine altersgematchte Stichprobe aus der Bevölkerung. Fälle und Kontrollen, die eine zerebrale Lähmung, eine rheumatoide Arthritis oder Fehlbildungen im Bereich der unteren Extremität hatten, wurden in die Studie nicht aufgenommen. Im Interview wurden Daten zu chronischen Erkrankungen, Fehlbildungen in der unteren Extremität, Freizeitaktivität und zum Körpergewicht und der Körpergrösse erhoben. Knieverletzungen, die bis zum Alter von 49 Jahren eine medizinische Behandlung notwendig machten, wurden ebenfalls erfragt. Der BMI wurde für das Alter von 40 Jahren berechnet. Bei den beruflichen Belastungen beschränkte man

sich ebenfalls bis zum Alter von 49 Jahren. Die Probanden wurden unter anderem gefragt, wie häufig an einem durchschnittlichen Arbeitstag eine Last, deren Gewicht selbst eingeschätzt werden sollte, gehoben wurde. Die so angegebene Last wurde dann über alle Arbeitstage summiert und drei Kategorien gebildet: niedrig (kein reguläres Heben), mittel ($< 100\,000\text{kg}$), hoch ($\geq 100\,000\text{kg}$). Die Ergebnisse wurden nach BMI, Alter, Knieverletzung und Freizeitaktivität adjustiert. Das Heben zeigte keinen Zusammenhang mit dem Risiko einer Gonarthrose, bei mittlerer Belastung OR 1,35 (CI 0,57-4,16), bei hoher Belastung OR 0,95 (CI 0,50-2,39). Die Autoren können einen „healthy worker effect“ in ihrem Studiendesign nicht ausschliessen und sehen Hinweise darauf, dass ein hoher selection bias stattfand.

Eine Übersicht über die oben beschriebenen Studien gibt die Tabelle 1. In dieser Tabelle sind die wichtigsten Informationen und eine kurze Beurteilung der beschriebenen Studie enthalten.

Tabelle 1: Übersicht der epidemiologischen Studien zur Gonarthrose und Heben und Tragen schwerer Lasten(n=14)

| Autor(Jahr) | Studiendesign | Confounder | Ergebnisse | Anmerkungen |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Schlomka und Schröter (1953) | Querschnittsstudie, 97 Schwerlastträger seit mindestens 3 Jahren, radiologisch festgestellte Gonarthrose | keine | erhöhte Prävalenz der Gonarthrose von 32% unter den Schwerlastträgern gegenüber Literaturangabe von 5% bei Normalbevölkerung | unzureichendes Studiendesign, keine Klassifizierung der Gonarthrose |
| Axt (1960) | Querschnittsstudie, 50 schwer arbeitende Arbeiter in Gruppe A, 50 Büroangestellte in Gruppe B, Röntgenaufnahmen beider Kniee in beiden Gruppen angefertigt | keine | erhöhte Prävalenz der Gonarthrose in Gruppe A gegenüber Gruppe B im Verhältnis 14:10 | unzureichendes Studiendesign |
| Wickström et al. (1983) | Querschnittsstudie, 252 Stahlbetonarbeiter und 231 Maler über einen Zeitraum beobachtet und die Haltung der Knie und das Handhaben von Lasten dokumentiert, Röntgenaufnahmen beider Kniegelenke angefertigt und von 2 Radiologen im Konsens befunden lassen | keine | kein signifikanter Unterschied der Prävalenz in beiden Gruppen | unzureichendes Studiendesign, beide Gruppen sind exponiert und müssen schwere Sachen Heben und Tragen, beide Gruppen haben erhöhte Prävalenz gegenüber der Gonarthrose (Stahlbetonarbeiter 18%, Maler 15%) |
| Felson et al. (1991) | Kohortenstudie, 569 Männer, Berufsangaben aus der Framingham-Studie, Röntgenbilder der Kniee, Berufe nach Kniebelastungen und körperlichen Tätigkeiten kategorisiert, Referenzgruppe sitzende Tätigkeiten und keine bis leichte körperliche Tätigkeiten | Rauchen, Alter, BMI, Knie trauma in der Anamnese, Bildungsstatus | erhöhte Risiken für Berufe mit Kniebelastung und schwerer körperlicher Belastung OR 2,22 (CI 1,38-3,58) | Expositionszeitpunkt und Outcome zeitlich sehr weit auseinander (>20 Jahre) => hoher selection bias, keine genauen Expositions-ermittlungen |
| Schouten et al. (1992) | Querschnittsstudie, 233 Personen, Berufsanamnese und Scoring, Röntgenaufnahmen der Kniee | keine | keine Zunahme der Gonarthrose bei Berufen mit schwerem Heben und Tragen OR 1,0 (CI 0,33-3,02) nach Alter und Geschlecht adjustiert | Nur kranke Leute untersucht, hoher selection bias, nur berufstätige in Follow-Up ausgewertet (45% der Teilnehmer), keine genaue Belastungsermittlung und Dosisangaben |
| Cooper et al. (1994) | Fall-Kontroll-Studie, 109 Fälle, 218 Kontrollen, Röntgenbilder beider Kniegelenke, Berufsanamnese, regelmäßiges Heben von Lasten über 25kg | BMI, Heberden-Knoten | nur Heben OR 1,4 (CI 0,5-3,7), in Kombination mit Kniebeugung OR 5,4 (CI 1,4-21,0) | keine Adjustierung nach Geschlecht, unpräzise Lastbeurteilung, kleine Fallzahl, Kontrollen nicht repräsentativ für Allgemeinbevölkerung |
| Elsner et al. (1996) | Fall-Kontroll-Studie, 115 Fälle mit min. diskreter Gonarthrose aus einer orthopädischen Praxis, 95 Kontrollen aus unmittelbarer Umgebung, Fragebogen mit Angaben zum Heben im gesamten Erwerbsleben | Alter | Heben von Lasten von 5-20kg OR 1,2 (CI 0,70-2,23), >20kg OR 1,3 (CI 0,73-2,35), schweres Werkzeug OR 1,6 (CI 0,86-3,15) | Fälle enthalten diskrete Gonarthrose, in Kontrollgruppe diskrete Gonarthrose nicht ausgeschlossen, Kontrollgruppe nicht repräsentativ, zu kleine Fallzahlen, wichtige Confounder wie BMI nicht berücksichtigt |

Fortsetzung auf der nächsten Seite....

| Autor(Jahr) | Studiendesign | Confounder | Ergebnisse | Anmerkungen |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sahlström und Montgomery (1997) | Fall-Kontroll-Studie, 266 Patienten (klinisch und radiologische Gonarthrose mindestens Grad 1 nach Ahlbäck (1968), 463 Kontrollpersonen (Gonarthrose ausgeschlossen), Fragebogen, Einschätzung der Kniebelastungen durch Beruf | BMI, Knie-trauma in der Anamnese | kein Risiko für mittlere und schwere Kniemomente OR 1,1 (CI 0,7-1,8) nach Berücksichtigung von weiteren Risikofaktoren, rohe OR 1,9 (CI 1,4-2,7) | unzureichendes Studiendesign, nicht nach Geschlechtern getrennt, mittleres Alter beider Gruppen zu hoch (72 Jahre bei den Patienten und 77 Jahre bei den Kontrollen) |
| McAlindon et al. (1999) | Kohorten-Studie, Framingham Teilnehmer, radiologische Gonarthrose, Befragung zu täglichen Aktivitäten | Alter, Geschlecht, BMI, Gewichtsverlust, Kalorienaufnahme, Knieverletzung, Gesundheitstatus, Rauchen, | erhöhtes Risiko für Personen mit hoher Aktivität ≥ 4 Stunden am Tag OR 7,2 (CI 2,5-21) | sehr ungenaue Definition der Exposition, hoher recall bias, ungenaue Datenerhebung |
| Coggon et al. (2000) | Fall-Kontroll-Studie, 205 Fälle auf einer Liste für Totalendoprothese des Kniegelenks, 205 Kontrollen aus denselben Praxen ohne Kniebeschwerden | BMI, Heberden-Knoten, Knieverletzung | Heben alleine OR 1,6 (CI 0,8-3,5), Heben und Kniebelastungen OR 2,9 (CI 1,3-6,6) | cause and effect bias nicht berücksichtigt (BMI), recall bias, Kontrollpersonen nicht repräsentativ |
| Lau et al. (2000) | Fall-Kontroll-Studie, 166 altersgematchte Fall-Kontroll-Paare, Fälle nur Männer mit Gonarthrose $>$ Grad 3 nach Kellgren (1963), Kontrollen Patienten ohne Kniebeschwerden aus allgemeinen medizinischen Kliniken | BMI, Knieverletzung, Rauchen proaktiv | Heben von Lasten über 10kg mehr als zehnmal die Woche in der längsten Berufsphase OR 5,4 (CI 2,4-12,4), in Kombination mit Knieverletzungsanamnese OR 25,9 (CI 8,1-82,4) | Kontrollen nicht repräsentativ, nur längste Berufsphase, selection bias |
| Sandmark et al. (2000) | Fall-Kontroll-Studie, 325 männliche Fälle und 264 männliche Kontrollen aus Population, Fälle mit Z. n. Knieendoprothese bei primärer Gonarthrose, strenge Ausschlusskriterien für alle Probanden, selbstaufgefüllter Fragebogen | BMI, Alter, Rauchen | mittlere Exposition für Heben OR 2,5 (1,5-4,4), hohe Exposition OR 3,0 (CI 1,6-5,5) | recall bias, ungenaue Expositionsbestimmung |
| Seidler et al. (2001) | Fall-Kontroll-Studie, 108 männliche Fälle mit Gonarthrose Grad 1-4, 181 Kontrollen Gonarthrose radiologisch ausgeschlossen, beide Gruppen ohne Meniskusschaden | Alter, BMI, Freizeitsport | >10 Jahre Gewichte von 50kg oder mehr heben oder tragen OR 3,4 (CI 0,7-17,2), Tägliches Knieen alleine oder Knieen oder Heben oder Tragen von Gewichten über 50kg $>$ 10 Jahre OR von 2,7 (CI 1,0-7,1) | geringe Power, ungenaue Expositionsermittlung. 2/3 der Fälle mit leichter Gonarthrose Grad 1 |

Fortsetzung auf der nächsten Seite...

| Autor(Jahr) | Studiendesign | Confounder | Ergebnisse | Anmerkungen |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Manninen et al. (2002) | Fall-Kontroll-Studie, 55 operierte Männer mit Gonarthrose und 140 altersgematchte Kontrollen im Alter von 55-75 Jahren, Exposition bis zum 49. Lebensjahr berücksichtigt | Alter, BMI, Knieverletzung, Freizeitaktivität | kein Zusammenhang zwischen Heben und Gonarthrose bei mittlerer Belastung: OR 1,35 (CI 0,57-4,16) und bei hoher Belastung: OR 0,95 (CI 0,50-2,39) | kleine Fallzahl, hoher selection bias, „healthy worker effect“, Zeitintervall zwischen Exposition und Erkrankung sehr groß, zu kleine Grenzwerte in Kategorien für das Heben |

Insgesamt 14 untersuchte Studien

Eine Abschätzung, ab wann das Risiko der Entstehung einer Gonarthrose beim Heben oder Tragen von Lasten erhöht ist, kann aus diesem Forschungsstand nicht abgeleitet werden. Der aktuelle Stand der Forschung zeigt einen Zusammenhang zwischen der Entstehung einer Gonarthrose und der beruflichen Belastung mit Heben oder Tragen. Es gibt jedoch erheblichen Forschungsbedarf bei der Aufbereitung dieses Themas. Die meisten Studien haben erhebliche Schwächen in der Methodik und können nicht als aussagekräftig genug angesehen werden. Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, das Entstehungsrisiko der Gonarthrose beim Heben und Tragen abzuklären und insbesondere Auslöseschwellen oder Dosiswerte herauszufinden und zu entwickeln, ab denen mit einem erhöhten Risiko zu rechnen ist.

Teil II.

Eigene Fall-Kontroll-Studie

4. Methodik

Die Daten des Forschungsprojektes, welches von der Hans-Böckler-Stiftung und der IG Bauen-Agrar-Umwelt gefördert wurde, wurden im Zeitraum vom Januar 2003 bis Dezember 2005 erhoben. Es wurden 295 Männer im Alter zwischen 25 und 70 Jahren, die an einer radiologisch gesicherten Gonarthrose erkrankt waren, mit einer Bevölkerungsstichprobe von 327 Männern desselben Altersintervalls verglichen. Die Fälle und die Kontrollpersonen wurden aus dem Raum Frankfurt am Main, der Stadt Offenbach am Main und des Landkreises Offenbach rekrutiert (siehe Abbildung 2). Die PLZ-Bereiche, aus denen die Probanden stammten, sind in der Tabelle 2 aufgeführt. An der Datenerhebung beteiligten sich ausser dem Autor die weiteren Doktoranden Dimitrios Bechtsis, Leif Reefschläger, Sebastian Ridder und die Interviewer Monika Büchner und Ilias Vrezas. Bei der Koordinierung der Projektgruppe beteiligte sich Herr Prof. Dr. Ulrich Bolm-Audorff, Landesgewerbearzt des Regierungspräsidiums Darmstadt. Sowohl die vorliegende Studie als auch die Arbeiten der weiteren Doktoranden basieren auf den Daten des Forschungsprojekts. Dimitrios Bechtsis untersucht Berufe, bei denen das Gonarthroserisiko erhöht ist. Leif Reefschläger setzt sich mit den außerberuflichen Faktoren auseinander. Sebastian Ridder geht in seiner Arbeit auf die Dosis-Wirkungs-Beziehung bei knieenden Tätigkeiten und der Entstehung einer Gonarthrose ein.

Die vorliegende Studie hat eine ausreichende „Power“. Diese Kennzahl beschreibt die Fähigkeit, definierte Risiken mit einer festgelegten Fallzahl eruieren zu können. Auf der Grundlage der Ergebnisse einer vorherigen Studie im Institut für Arbeitsmedizin ergaben sich folgende Power-Abschätzungen:

Für die Power-Berechnung wurde davon ausgegangen, dass die knieenden Tätigkeiten ein Risiko für die Gonarthrose bei Männern darstellen. Aus einer vorher durchgeführten Studie wurde ermittelt, dass aus der Gruppe der männlichen Kontrollpersonen zehn von



Abbildung 2: Einzugsgebiet der Fälle und Kontrollen

100 Kontrollpersonen (= 10%) mindestens zwei Stunden pro Schicht über zehn Jahre im Knien, Hocken oder im Fersensitz gearbeitet haben (kumulative Stunden der Tätigkeit im Knien, im Hocken oder im Fersensitz mindestens 4400 Stunden).

Diese Informationen reichten aus, um die benötigte Probandenzahl für eine ausreichende Power der Studie mittels des Statistischen Programms Epi Info(TM) StatCalc.exe auszurechnen. Demnach war bei Vernachlässigung von Störvariablen eine Stichprobe von 290 Fällen und 320 Kontrollpersonen erforderlich, um eine Odds Ratio von 2,0 für das zehnjährige Arbeiten im Knien über mindestens zwei Stunden pro Schicht mit einer Power von 80% (bei einem α -Fehler von 5%) zu erkennen. Da jedoch davon ausgegangen werden musste, dass die Berücksichtigung mehrerer Faktoren in einem multivariaten Modell zu einem Verlust an Power führt, wurden in die Studie 290+x Fälle und 320+x Kontrollpersonen eingeschlossen.

4.1. Fallgruppe

Ziel war es, möglichst alle Gonarthrose-Patienten im Einzugsgebiet in die Studie einzubeziehen. Dazu wurden alle stationären Einrichtungen, die Patienten mit einer fortgeschrittenen Gonarthrose behandelten und Knie-Operationen durchführten, in die Studie mit aufgenommen (fünf Kliniken). Zusätzlich zu diesen Patienten wurden aus den or-

Tabelle 2: PLZ-Gebiete der Probanden

| Ort | PLZ-Bereich |
|-------------------|-----------------------------------------------|
| Frankfurt am Main | 60311 - 60599 , 65929 - 65936 |
| Offenbach am Main | 63001 - 63078 , 63100 |
| Dietzenbach | 63111 - 63128 |
| Dreieich | 63264 - 63282 , 63290 - 63293 , 63299 - 63303 |
| Egelsbach | 63323 - 63324 , 63327 - 63329 |
| Hainburg | 63506 - 63509 , 63512 |
| Heusenstamm | 63129 - 63136 , 63141 - 63147 , 63150 |
| Langen | 63201 - 63207 , 63219 - 63222 , 63225 |
| Mainhausen | 63527 - 63533 |
| Mühlheim am Main | 63151 - 63158 , 63163 - 63165 |
| Neu-Isenburg | 63231 - 63238 , 63243 - 63246 , 63253 - 63262 |
| Obertshausen | 63166 - 63171 , 63176 - 63179 |
| Rödermark | 63304 - 63309 , 63315 - 63322 |
| Rodgau | 63083 - 63096 , 63105 - 63106 , 63110 |
| Seligenstadt | 63487 - 63494 , 63499 - 63500 (ohne Hanau) |

thopädischen Praxen des Einzugsgebiets durch ein Zufallsverfahren sechs orthopädische Arztpraxen ausgewählt, aus denen weitere Fälle rekrutiert wurden. Drei orthopädische Praxen stammten aus der Stadt Frankfurt, wobei eine Arztpraxis aus einem Frankfurter Stadtteil mit einem größeren Arbeiteranteil ($>35\%$), eine Praxis aus einem Stadtteil mit einem geringeren Arbeiteranteil ($<28\%$) und eine orthopädische Praxis aus einem gemischten Stadtteil ($28\% - 35\%$) im Zufallsverfahren ausgesucht wurden. Die Einteilung der Stadtteile wurde aus der Reihe „Materialien zur Stadtbeobachtung“, Heft 6, Seite 42, Abbildung 15, Frankfurt am Main, August 1995 des Amts für Statistik, Wahlen und Einwohnerwesen Frankfurt am Main entnommen. Dieses besondere Auswahlverfahren sollte garantieren, dass nicht nur Praxen mit einem hohen Arbeiteranteil, deren Klientel aus eher körperlich schwer arbeitenden Patienten besteht, in die Untersuchung aufgenommen werden. In die Studie wurden ferner zwei orthopädische Praxen aus der Stadt Offenbach und eine orthopädische Arztpraxis aus dem Landkreis Offenbach, die ebenfalls nach dem Zufallsverfahren auserwählt wurden, einbezogen. Die Arztpraxis aus dem Landkreis Offenbach hat allerdings nach erster Zusage die weitere Teilnahme an der Studie abgelehnt. An der Fallakquisition waren somit insgesamt folgende zehn Einrichtungen (siehe Tabelle

3)beteiligt.

Tabelle 3: An der Studie teilnehmende Einrichtungen

| Einrichtung (K=Klinik; P=Praxis) | Adresse(Ffm=Frankfurt/Main; OF=Offenbach) |
|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| P Misko (hoher Arbeiteranteil) | Schillerstr. 28; 60313 Ffm |
| P Dr. Sztulman (mittlerer Arbeiteranteil) | Leipziger Str. 47; 60487 Ffm |
| P Dr.Oboth (geringer Arbeiteranteil) | Rembrandtstr. 14; 60596 Ffm |
| P Dr. Rehm | Aliceplatz 7; 63065 OF |
| P Dr. Missalla | Frankfurter Str. 108; 63065 OF |
| K Orthopädische Klinik Friedrichsheim (OKF) | Marienburger Str. 2; 60493 Ffm |
| K Hospital zum Heiligen Geist (HeiGei) | Lange Str. 4-6; 60311 Ffm |
| K Städtische Kliniken Höchst (SKFH) | Gotenstr. 6-8; 65929 Ffm |
| K Klinikum Offenbach (KOF) | Starkenburgring 66; 63069 OF |
| K Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik (BGU) | Friedberger Landstraße 430; 60389 Ffm |

4.1.1. Ablauf der Fall-Rekrutierung

Patienten, die während des Zeitraumes vom 01.Januar 2003 bis zum 31. Dezember 2005 wegen einer Gonarthrose in Behandlung waren und folgende Kriterien erfüllten, wurden als Fall definiert:

- männlicher Patient aus dem Einzugsgebiet
- Alter 25 - 70 Jahre bei Diagnosestellung
- Erstdiagnose „Gonarthrose“ liegt nicht länger als 5 Jahre vor aktueller Behandlung zurück
- Gonarthrose mindestens Grad 2 nach Kellgren (1963)
- es müssen (präoperative) konventionelle Röntgenbilder des betroffenen Kniegelenks vorhanden sein

Zur Wahrung der ärztlichen Schweigepflicht wurden die Patienten von den Einrichtungen um Teilnahme an der Studie gebeten bzw. angeschrieben. Die Patienten, die sich auf dieses erste Anschreiben nicht meldeten, wurden nach ca. 14-tägiger Wartezeit ein zweites Mal angeschrieben und erneut um eine Teilnahme gebeten. Bei wiederholtem Ausbleiben einer Antwort wurden aus den Einrichtungen maximal zwei Anrufsversuche zu verschiedenen Tages- und Uhrzeiten unternommen. Die Patienten wurden sodann mündlich über die Studie aufgeklärt und um eine Teilnahme gebeten. Bei einer Teilnahmeverweigerung wurde nach dem Grund der Nichtteilnahme und dem am längsten ausgeübten Beruf gefragt. Die Frage nach dem Beruf sollte später ermöglichen, eventuelle Selektionen einzelner Berufsgruppen bei den Nichtteilnehmern zu erkennen. Nach der schriftlichen oder telefonischen Zusage wurden die Patienten dann jeweils von den Doktoranden nach Terminvereinbarung interviewt. Das Interview fand überwiegend in der Wohnung der Patienten statt, vereinzelt wurden auch Interviews in den medizinischen Einrichtungen durchgeführt. Vor Ort bekamen die Patienten zunächst ein Informationsblatt (Anlage 1) und eine „Einverständniserklärung für Patienten“ (Anlage 2) ausgehändigt, mit der sie nach Einsicht und Klärung eventueller offener Fragen ihre schriftliche Einwilligung zur Teilnahme an der Studie gaben. Die Hypothese und das Ziel der Studie wurden den Patienten nicht mitgeteilt, um die Probanden bei ihren Aussagen nicht zu beeinflussen.

Für den gesamten Studienzeitraum wurden aus allen Einrichtungen insgesamt 720 Patienten gemeldet. Die gemeldeten Patienten, die die Einschlusskriterien nicht erfüllten, wurden als „Kein Fall“ definiert. Ausserdem wurden in der Teilnahmeberechnung die Fälle nicht mitgezählt, bei denen der Proband inzwischen verstorben oder unbekannt verzogen war oder wegen gesundheitlicher Probleme oder mangelnden Deutschkenntnissen an der Studie nicht teilnehmen konnte. Türkische Patienten wurden vom Autor auf Türkisch interviewt und fliessen somit in die Berechnung mit ein. Für die Fälle ergab sich folglich eine Gesamtteilnahmerate von 61,33% (siehe Tabelle 4).

4.1.2. Medizinischer Befundbogen

Während das Interview der Expositionserhebung diente, waren weitere Daten zu dem Krankheitsbild vonnöten. Dazu wurde der medizinische Befundbogen (Anlage 3) von den Doktoranden ausgefüllt. Die Informationen, die in den Befundbögen eingetragen

Tabelle 4: Teilnehmerzahlen und Teilnahmeraten der Fälle

| Einrichtung | gem. Fälle | Ausfälle* | Fall | Teilnehmer | Teilnahmerate |
|-----------------------|------------|------------|------------|------------|---------------|
| P Misko | 123 | 85 | 38 | 17 | 44,74% |
| P Dr. Sztulman | 11 | 4 | 7 | 2 | 28,57% |
| P Dr. Oboth | 9 | 2 | 7 | 4 | 57,14% |
| P Dr. Rehm | 4 | 0 | 4 | 3 | 75,00% |
| P Dr. Misalla | 97 | 38 | 59 | 31 | 52,54% |
| K OKF | 145 | 37 | 108 | 81 | 75,00% |
| K HeiGei | 111 | 26 | 85 | 55 | 64,71% |
| K SKFH | 105 | 25 | 80 | 62 | 77,50% |
| K KOF | 82 | 16 | 66 | 29 | 43,94% |
| K BGU Klinik | 33 | 6 | 27 | 11 | 40,74% |
| Gesamt | 720 | 239 | 481 | 295 | 61,33% |

*Ausgeschlossene Fälle wg. Umzug, Todesfall, schwerer Krankheit, mangelnder Sprachkenntnisse oder nach radiologischer Zweitbeurteilung

wurden, stammten aus den Patientenakten (in den Archiven) der an der Studie teilnehmenden Einrichtungen. Fehlende Daten wurden als „ohne Angaben“ (o.A) vermerkt. Der Befundbogen dokumentiert Krankheitsbefunde, die als konkurrierende Faktoren bei der Entstehung einer Gonarthrose zu diskutieren sind. Sowohl traumatische Schädigungen der Strukturen des Kniegelenks als auch internistische Krankheitsbilder sind geeignet, eine Kniegelenksarthrose hervorzurufen.

Auf dem medizinischen Befundbogen wurden Name, Adresse, Geburtsdatum und Telefonnummer des an der Studie teilnehmenden Patienten eingetragen. Soweit sich die Daten ergaben, wurden für jedes Knie die Bewegungsmaße nach der Neutral-Null-Methode erfasst, die bei der Aufnahmeuntersuchung des Patienten erhoben wurden. Das Datum der röntgenologisch diagnostizierten Gonarthrose wurde für das relevante Knie eingetragen und als Datum der Erstdiagnose erfasst, sofern keine anamnестischen oder sonstigen Angaben auf eine frühere Diagnose hinwiesen. Ausserdem wurden, wenn vorhanden, eine Dysplasie vom Typ Wiberg, dessen Schweregrad und das Datum der Erstdiagnose notiert.

Für jedes Knie wurden ausserdem eventuelle Angaben über Meniskusschäden, die Me-

thode und das Datum der Diagnose, Bandläsionen und Varus- oder Valgusstellung mit Winkelgradangaben übernommen. Falls bei der Aufnahmeuntersuchung das relevante Knie eine Entzündung mit Schwellung, Rötung und Erwärmung aufwies, wurde dies als Aktivierung vermerkt. Ein eventuell anamnestischer Hinweis auf ein relevantes Knie-trauma wurde mit Datum des Ereignisses eingetragen. Zusätzlich wurden noch Angaben über einen erhöhten Harnsäurespiegel, eine positive Rheumaserologie mit nachgewiesenen Rheumafaktoren, eine vorhandene Hämophilie, eine durchgemachte sterile oder infektiöse Gonarthrit und eine eventuell bekannte Polyarthrose mit Beteiligung der grossen oder kleinen Gelenke in den medizinischen Befundbogen übernommen.

In die endgültige Auswertung konnte der medizinische Befundbogen jedoch nicht einbezogen werden. Es gab erhebliche Diskrepanzen zwischen den einzelnen Einrichtungen bezüglich der Datendokumentation, so dass die Auswertung dieser Daten keine zuverlässigen Ergebnisse liefern würde. Die angegebenen Ergebnisse berücksichtigen diese Daten deshalb nicht. In einer weiteren Arbeit wird sich PD Dr. med. Andreas Seidler mit den vorhandenen Daten auseinandersetzen und womöglich aussagekräftige Ergebnisse liefern. Zum Zeitpunkt der Fertigstellung dieser Doktorarbeit lagen jedoch diesbezüglich keine Ergebnisse vor und werden in absehbarer Zeit auch nicht zur Verfügung stehen.

4.1.3. Röntgen-Zweitbefundung

Erfahrungsgemäß beurteilt jeder Orthopäde oder Radiologe die Röntgenbilder anders als ein zweiter Arzt. Für die Klassifikation der Gonarthrose gibt es in der Literatur mehrere Verfahren und Kriterien wie z.B. die von Kellgren (1963), Ahlbäck (1968) und Jaeger und Wirth (1986). Beim Einbezug von insgesamt zehn Einrichtungen war davon auszugehen, dass mindestens zehn verschiedene Ärzte die Röntgenbilder bewerteten. Um hier eine einheitliche Befundung der Röntgenbilder zu gewährleisten, mussten daher alle Röntgenbilder von einem Zweitradiologen befundet werden.

Die radiologische Zweitbefundung erfolgte durch Privatdozent Dr. Nasreddin D. Abolmaali (z. Z.: ZIK OncoRay, Dresden), vormals im Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie des hiesigen Universitätsklinikums Frankfurt am Main (Direktor: Prof. Dr. Thomas Vogl) beschäftigt. Das Ausmaß der Gonarthrose wurde gemäß den Kriterien von Kellgren (1963) klassifiziert. Nach dieser allgemein anerkannten Klassifikation

werden Veränderungen im Röntgenbild in folgende vier Stadien eingeteilt:

- **Grad 1:** fragliche Verschmälerung des Kniegelenkspalts und mögliche Osteophytenbildung
- **Grad 2:** mögliche Verschmälerung des Kniegelenkspalts und definitive Osteophyten
- **Grad 3:** definitive Verschmälerung des Kniegelenkspalts, multiple Osteophyten, Sklerose und mögliche Verformung der Tibia und des Femurs.
- **Grad 4:** starke Verschmälerung des Kniegelenkspalts, ausgeprägte Osteophyten, ausgeprägte Sklerose und definitive Verformung der Tibia und des Femurs.

Die Klassifizierung kann jedoch nur mit konventionellen Röntgenaufnahmen des Kniegelenks in zwei Ebenen erfolgen. Wenn vom Patienten jedoch keine (präoperativen) Röntgenbilder aufzufinden waren, wurden jene dann als „Kein Fall“ definiert. MRT- oder CT-Aufnahmen alleine reichten für die Diagnose nicht aus. Insgesamt gab es dadurch einen Ausschluss von 30 Patienten. Als „Fall“ galten demnach nur Patienten, bei denen eine röntgenologisch verifizierte Gonarthrose Grad 2 bis Grad 4 nach den Kriterien von Kellgren (1963) befundet wurde.

Auf dem Röntgenbefundbogen (Anlage 4) wurde der Name des Patienten und das Anfertigungsdatum des Röntgenbildes eingetragen. Standard-Röntgen-Aufnahmen der Kniegelenke werden im Liegen durchgeführt. Bei Anfertigung von Röntgen-Filmen im Stehen oder Einbein-Stand oder in anderer Technik muss dies auf den Röntgenfilmen auch entsprechend vermerkt sein, da das eine Abweichung von der Standardtechnik darstellt. Da die Aufnahmetechnik Einfluß auf die Stadieneinteilung der Gonarthrose hat, wurde auf dem Röntgenbefundbogen vermerkt, ob das Bild im Stehen, Liegen oder im Einbeinstand gemacht wurde.

Zusätzlich zum Arthrose-Stadium wurde auf dem Befundbogen die Patella wegen einer Patellararthrose oder einer Patella alta beurteilt.

Der komplette Ablauf der Fallrekrutierung ist in der Abbildung 3 schematisch dargestellt.

4.2. Kontrollgruppe

Da es sich bei der vorliegenden Studie um eine bevölkerungsbasierte Fall-Kontroll-Studie handelt, mussten die Kontrollen eine möglichst unverfälschte Teilmenge der Wohnbevölkerung im definierten Einzugsgebiet darstellen. Die Zusammensetzung der Kontrollen spiegelt also nicht diejenige der Fälle wider, sondern orientiert sich an der Zusammensetzung der Wohnbevölkerung. Die regionale Verteilung der Kontrollen auf z.B. verschiedene Kreise oder Städte musste demnach der Bevölkerungsverteilung und nicht der Herkunft der Fälle entsprechen. Deswegen wurde das Verhältnis der Einwohnerzahl Frankfurts zur Stadt Offenbach inkl. Landkreis Offenbach bei der Auswahl der Kontrollpersonen besonders berücksichtigt. Um dieses Einwohnerverhältnis von ca. 660.000 Frankfurtern zu ca. 457.000 Offenbachern ($= 1 : 0,6924$) in der Kontrollgruppe zu wahren, wurden 460 Kontrollen aus Frankfurt und 319 Kontrollen aus Offenbach im Zufallsverfahren ausgewählt. Das genaue Auswahlverfahren wird im folgenden beschrieben.

4.2.1. Ablauf der Kontroll-Rekrutierung

Die Kontrollpersonen wurden entsprechend dem Einzugsgebiet der Fälle aus der Stadt Frankfurt, der Stadt Offenbach und dem Landkreis Offenbach gewonnen. Zunächst wurde Anfang 2003 im Rahmen einer wissenschaftlichen Kooperation mit den jeweiligen Gesundheitsämtern (Stadtgesundheitsamt Frankfurt; Stadtgesundheitsamt Offenbach; Kreisgesundheitsamt Offenbach) eine 1%-ige repräsentative Bevölkerungsstichprobe bei den jeweiligen Einwohnermeldeämtern beantragt. Angefordert wurden folgende Angaben: Name, Vorname, Geschlecht, Geburtsdatum, Anschrift, Staatsangehörigkeit. Basis für die Ziehung der Kontrollen waren grundsätzlich die Daten der Einwohnermeldeämter. Die Modalitäten der Melderegisterauskunft werden durch das Meldegesetz des Landes Hessen geregelt. Es galten folgende Ein- und Ausschlusskriterien für die Stichprobe. Einschlusskriterien: Personen aus dem Einzugsgebiet, Alter von 25 bis einschließlich 69 Jahren zum Zeitpunkt der Stichprobenziehung. Ausschlusskriterien: Personen mit aktuellem Wohnsitz außerhalb der Studienregion, Personen, die jünger als 25 Jahre bzw. 70

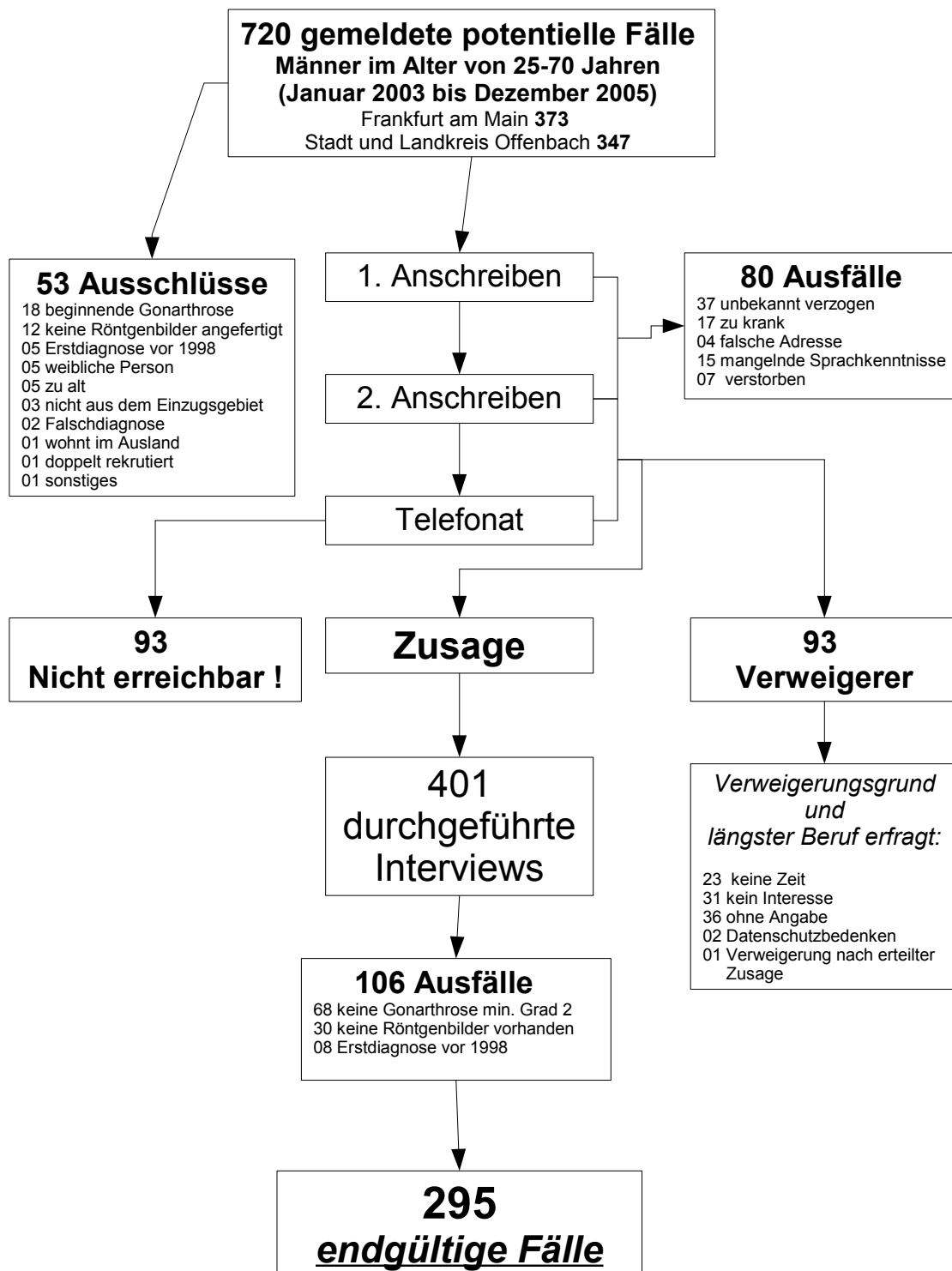


Abbildung 3: Ablauf der Fallrekrutierung

Jahre oder älter sind. Es wurden aus Frankfurt 3990 und aus der Stadt und Landkreis Offenbach 3143 Personen (Männer und Frauen) im Alter von 25-69 Jahren gemeldet. Diese Meldedaten wurden nach Übermittlung an die zuständigen Gesundheitsämter an das Institut für Arbeitsmedizin Frankfurt weitergegeben.

4.2.2. Auswahl der Kontrollpersonen

Bisherige Erfahrungen bei der Befragung von Bevölkerungsstichproben zeigen, dass bei Gewährung einer angemessenen Aufwandsentschädigung eine Teilnahmerate von etwa 60% erreicht werden kann. Es wurde eine Mindestzahl von 320 an der Studie teilnehmenden männlichen Kontrollpersonen angestrebt. Das Reservoir der Kontrollpersonen musste deutlich größer sein als die benötigten Kontrollen, da durch Verweigerung, Wegzug und Ausschluss wegen eines der genannten Ausschlusskriterien zahlreiche Ausfälle zu erwarten waren. Daher wurden mehr als doppelt so viele Kontrollpersonen wie letztendlich benötigt aus der 1%-igen Bevölkerungsstichprobe gezogen. Es wurden 460 männliche Personen aus Frankfurt und 319 männliche Personen aus Offenbach und Landkreis Offenbach in einem Zufallsverfahren ausgewählt. Das Auswahlverfahren und der Ablauf der Kontrollrekrutierung ist in der Abbildung 4 schematisch dargestellt.

4.2.3. Kontaktaufnahme mit den Kontrollpersonen

Die zunächst postalische, nachfolgend nach Möglichkeit telefonische Kontaktaufnahme mit den Kontrollpersonen erfolgte durch Mitarbeiter des Instituts für Arbeitsmedizin der Universität Frankfurt am Main. Die Anschreiben erfolgten in mehreren Wellen. Über die in der jeweiligen Welle ausgewählten Kontrollen wurde eine Kontrolldatei angelegt, die Angaben über den Teilnahme-Status enthielt.

Die Probanden wurden zunächst angeschrieben. Im Anschreiben wurde, ohne dass die Hypothese der Studie näher erläutert wurde, der Proband gebeten, an einer Studie zum Thema „Arbeit und Gesundheit“ teilzunehmen. Für die Teilnahme würde die Kontrollperson 25 Euro als Aufwandsentschädigung erhalten. Als Anlage befand sich ein Antwortformular, mit dem die Kontrollperson erklären konnte, ob sie teilnehmen möchte

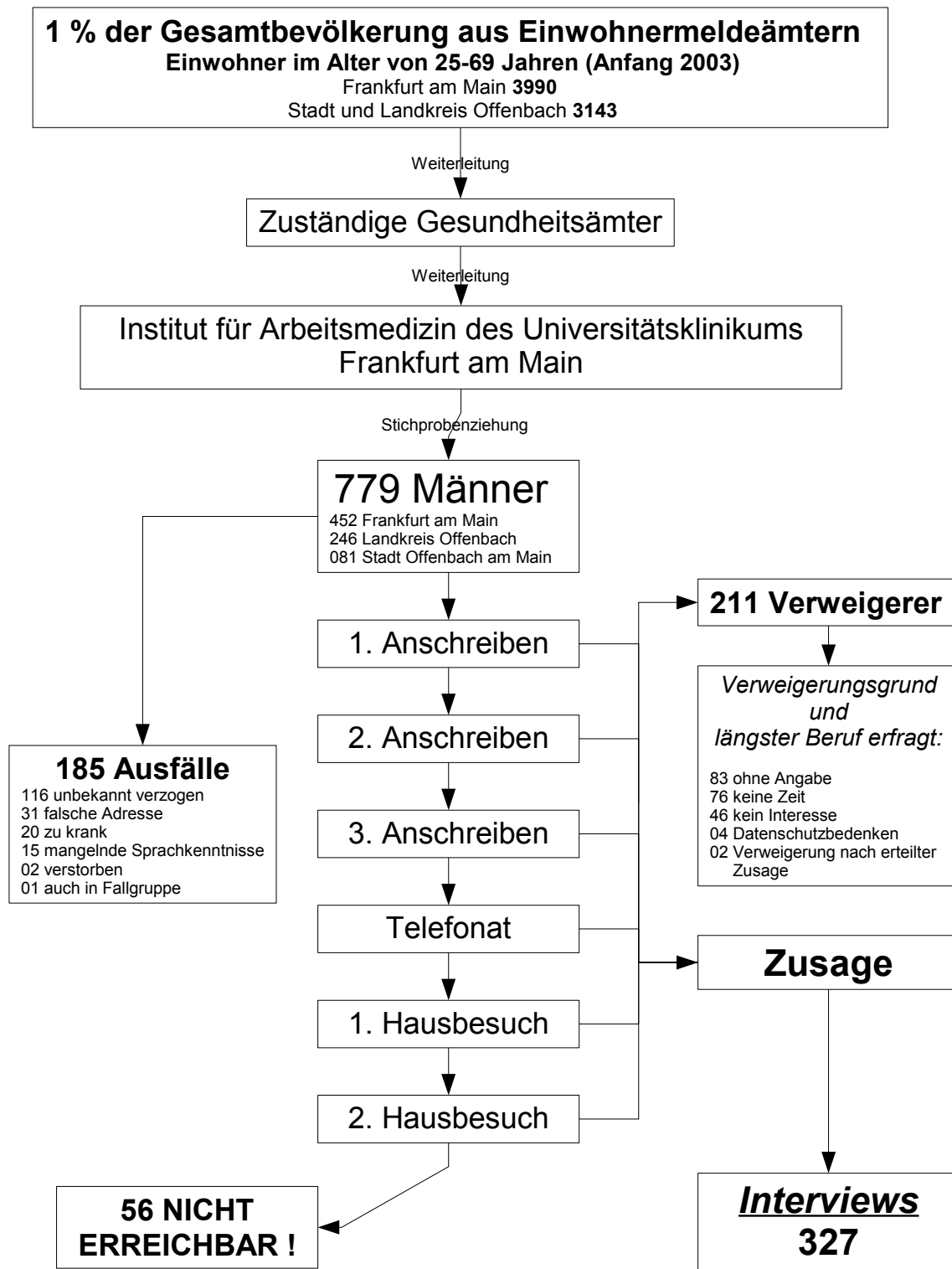


Abbildung 4: Ablauf der Kontrollrekrutierung

oder nicht. Dieses Formular konnte mit dem beigelegten frankierten und adressierten Rückumschlag an das Institut zurückgeschickt werden. Wenn sich die Kontrollperson auf dieses 1. Anschreiben nicht meldete, wurde ein 2. und 3. Anschreiben verschickt, in denen auf den ersten Brief Bezug genommen wurde. Blieben auch diese Versuche erfolglos, wurden die Telefonnummern der Probanden aus den öffentlichen Telefonbüchern recherchiert und eine telefonische Kontaktaufnahme versucht. Bei fehlender Rufnummer oder bei erfolglosem telefonischen Kontakt folgten daraufhin maximal 2 Hausbesuche durch die Doktoranden bzw. Interviewer. Beim Hausbesuch wurde der Proband noch einmal gebeten, an der Studie teilzunehmen. Wenn der Proband beim ersten Hausbesuch nicht angetroffen wurde, wurde ein Schreiben mit dem Hinweis auf den versuchten persönlichen Kontakt hinterlassen. Der zweite Hausbesuch, welcher ca. 10 Tage später stattfinden sollte, wurde in diesem Schreiben ebenfalls schriftlich angekündigt. Bei erneut gescheiterter Kontaktaufnahme wurde in die Kontrolldatei „nicht erreichbar“ eingetragen. Es erfolgte eine genaue Dokumentation der Anschreiben und aller Telefonanrufe mitsamt der Kontaktergebnisse. Personen, die verstorben oder unbekannt verzogen waren oder wegen gesundheitlicher Probleme oder mangelnden Sprachkenntnissen nicht an der Studie teilnehmen konnten, wurden in der Teilnahmeberechnung aus der Gesamtzahl der Kontrollen herausgenommen. Ebenfalls wurden die Personen aus der Berechnung ausgenommen, die bereits als Patient in der Fallgruppe vertreten waren (siehe Tabelle 5). Türkische Kontrollpersonen, die der deutschen Sprache nicht mächtig waren, wurden vom Autor auf Türkisch interviewt. Personen, die innerhalb des Einzugsgebiets umgezogen waren, wurden in die Studie einbezogen und der Wohnort bei der Stichprobenziehung als Referenz genommen. Analog zu den Fällen wurde bei einer Teilnahmeverweigerung nach dem Grund der Nichtteilnahme und dem längsten ausgeübten Beruf gefragt. Im Falle einer Zusage wurden die Probanden dann zum vereinbarten Termin interviewt. Vor Ort bekamen die Probanden zunächst ein Informationsblatt (Anlage 5) und eine „Einverständniserklärung für Kontrollpersonen“ (Anlage 6) ausgehändigt, mit der die schriftliche Einwilligung zur Teilnahme an der Studie erfolgte. Die Gesamtteilnahmerate für die Kontrollgruppe war demnach 55,05%.

Tabelle 5: Teilnehmerzahlen und Teilnahmeraten der Kontrollen

| Gemeinde | Männer | Ausfälle* | Kontrolle | Teilnehmer | Teilnahmerate |
|---------------------|---------------|------------------|------------------|-------------------|----------------------|
| Frankfurt am Main | 452 | 102 | 350 | 186 | 53,14% |
| Offenbach am Main | 81 | 26 | 55 | 34 | 61,81% |
| Landkreis Offenbach | 246 | 57 | 189 | 107 | 56,61% |
| Gesamt | 779 | 185 | 594 | 327 | 55,05% |

*Ausgeschlossene Kontrollen wegen Umzug, Todesfall, schwerer Erkrankung, mangelnder Sprachkenntnisse oder bereits in Fallgruppe vertreten

4.2.4. Charakterisierung der Nicht-Teilnehmer und der Teilnahmeverweigerer der Kontrollgruppe

Von den angeschriebenen 779 potentiellen Kontrollpersonen haben in der Studie 327 Personen teilgenommen. Die 452 Nicht-Teilnehmer wurden in zwei Gruppen eingeteilt. Eine Gruppe bestand aus den Personen, die in die Teilnahmerateberechnung nicht eingeflossen sind. Zu dieser Gruppe wurden alle Personen gezählt, die unbekannt verzogen waren, verstorben oder erkrankt waren, sprachliche Probleme hatten oder eine falsche Adresse angegeben hatten. Von den 185 Personen in dieser Gruppe waren die meisten unbekannt verzogen oder hatten eine falsche Adresse angegeben. Eine Übersicht bietet die Tabelle 6. Das durchschnittliche Alter dieser Gruppe zum Datum des Interviewzeitpunktes war 43,36 Jahre, die Standardabweichung betrug 12,34 (siehe Tabelle 7). Der Ausländeranteil in dieser Gruppe war 49,19%. Die Gründe für die Nicht-Teilnahme der ausländischen Nicht-Teilnehmer unterschieden sich kaum von den Gründen bei den deutschen Nicht-Teilnehmern. In der Abbildung 5 ist der Anteil der Begründung in Prozent für den jeweiligen Staatsangehörigkeitsstatus aufgeführt.

Teilnahmeverweigerer der Kontrollgruppe

Von den in die Berechnung der Teilnahmerate einbezogenen 594 Kontrollpersonen haben 211 Probanden die Teilnahme verweigert und 56 Probanden waren nicht erreichbar. Der Großteil der Probanden gab keinen Grund für die Verweigerung an. Die meisten Verweigerer hatten keine Zeit oder waren nicht erreichbar (zusammen 49,5%, siehe Tabelle 8).

Tabelle 6: Gründe für Nicht-Teilnahme bei Kontrollen, die in die Teilnahmeberechnung nicht einfließen

| | Häufigkeit | Anteil |
|-------------------------|------------|--------|
| unbekannt verzogen | 116 | 62,70% |
| Adresse falsch | 31 | 16,76% |
| zu krank | 20 | 10,81% |
| sprachliche Probleme | 15 | 8,11% |
| verstorben | 2 | 1,08% |
| in Fallgruppe vertreten | 1 | 0,54% |
| Gesamt | 185 | 100% |

Tabelle 7: Altersverteilung der Nicht-Teilnehmer bei Kontrollen, die in die Berechnung der Teilnahmerate nicht einfließen, zum Interviewzeitpunkt

| | Alter in Jahren |
|--------------------|-----------------|
| Jüngster | 25 |
| Ältester | 73 |
| Durchschnitt | 43,46 |
| Standardabweichung | 12,34 |
| Median | 41 |

Tabelle 8: Verweigerungsgründe bei den Kontrollen

| | Häufigkeit | Anteil |
|--------------------------|------------|--------|
| keine Angabe | 83 | 39,3% |
| keine Zeit | 76 | 36,1% |
| Sonstiges | 29 | 13,7% |
| von Sinn nicht überzeugt | 17 | 8,1% |
| Datenschutzbedenken | 4 | 1,9% |
| Verweigerung nach Zusage | 2 | 0,9% |
| Gesamt | 211 | 100% |

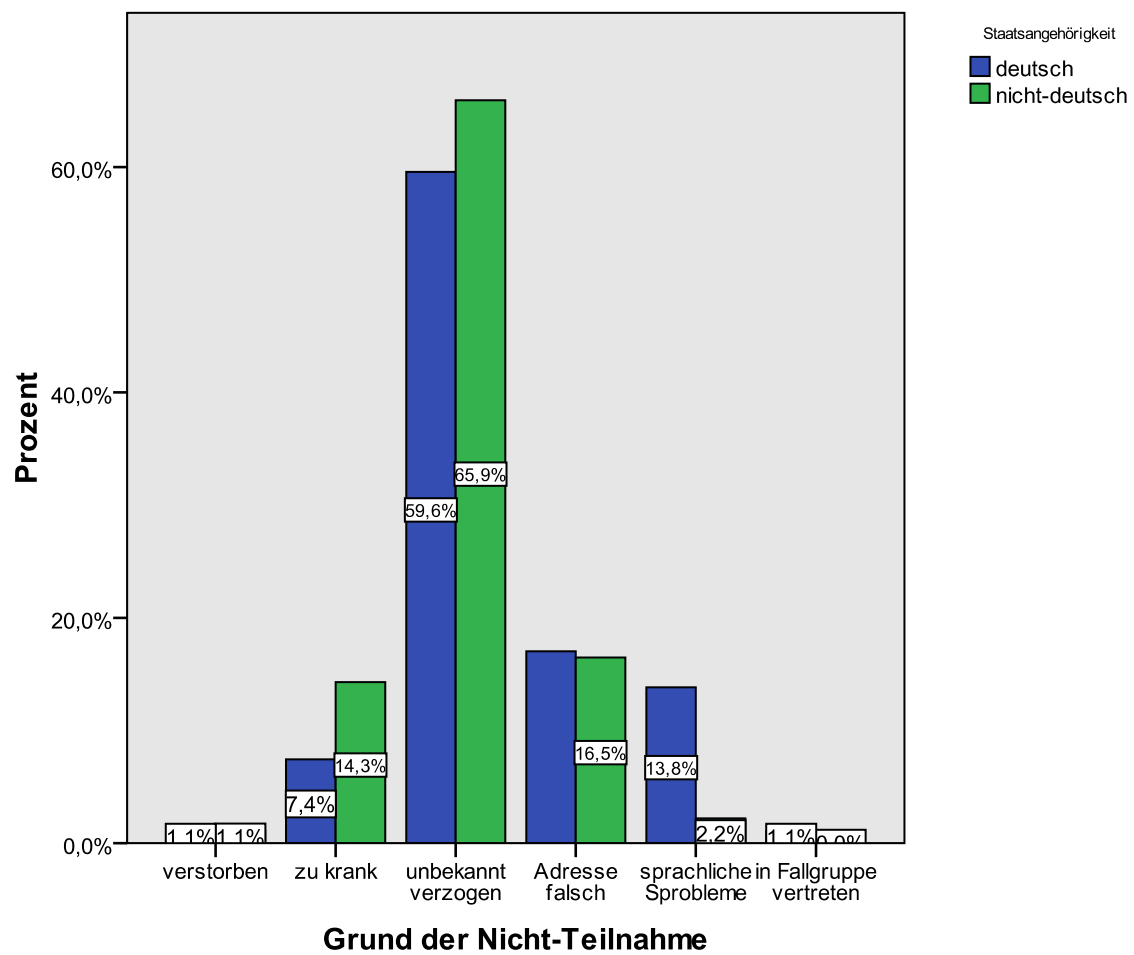


Abbildung 5: Grund der Nicht-Teilnahme nach Staatsangehörigkeit (Kontrollgruppe)

Die Altersstruktur der Teilnahmeverweigerer (siehe Tabelle 9) unterscheidet sich gering von der Alterstruktur der Teilnehmer (siehe Tabelle 13). Die Verweigerer sind jünger als die Teilnehmer, wie in der Gegenüberstellung der Altersstruktur zu den Teilnehmern in der Abbildung 6 zu erkennen ist.

Tabelle 9: Altersverteilung der Teilnahmeverweigerer der Kontrollgruppe

| Alter in Jahren | |
|--------------------|-----------|
| Jüngster | 25 |
| Ältester | 70 |
| Durchschnitt | 44,91 |
| Standardabweichung | 11,78 |
| Median | 42 |

Der Ausländeranteil liegt bei den Verweigerern deutlich höher (73,4%) als ihr Anteil an der Stichprobe. Die Gründe für die Verweigerung unterschieden sich kaum von den Gründen bei den deutschen Verweigerern. Der Anteil der Begründung in Prozent für den jeweiligen Staatsangehörigkeitsstatus ist in der Abbildung 7 aufgeführt.

4.3. Instrument der Expositionserhebung

Die Expositionserhebung fand mittels eines laptop-gestützten Interviews durch die Doktoranden bzw. Interviewer statt. Die Befragung der Kontrollpersonen begann im Mai 2003 und die der Patienten im Januar 2004. Die Interviews endeten am 31.08.2006. Das Interview fand zum grössten Teil in der Wohnung der Probanden statt und dauerte durchschnittlich 54 Minuten bei den Kontrollen (Maximum 120 min., Minimum 16 min., Median 50 min.) und 49 Minuten bei den Fällen (Maximum 180 min., Minimum 13 min., Median: 45 min.). Vor der Befragung fand im Februar 2003 eine zweitägige Schulung für die Doktoranden und Interviewer statt. Diese wurden in den Umgang mit den Laptops und den Datenbanken eingeführt. Den Interviewern wurden allgemeine Verhaltensregeln in der Gesprächsführung und sonstige Besonderheiten im Umgang mit den Probanden beigebracht. Die Schulung sollte gewährleisten, dass ein möglichst standardisiertes Interview stattfand und Verzerrungen der Expositionserhebung durch die unterschiedlichen Interviewer gering gehalten wurden (Interviewer-Bias).

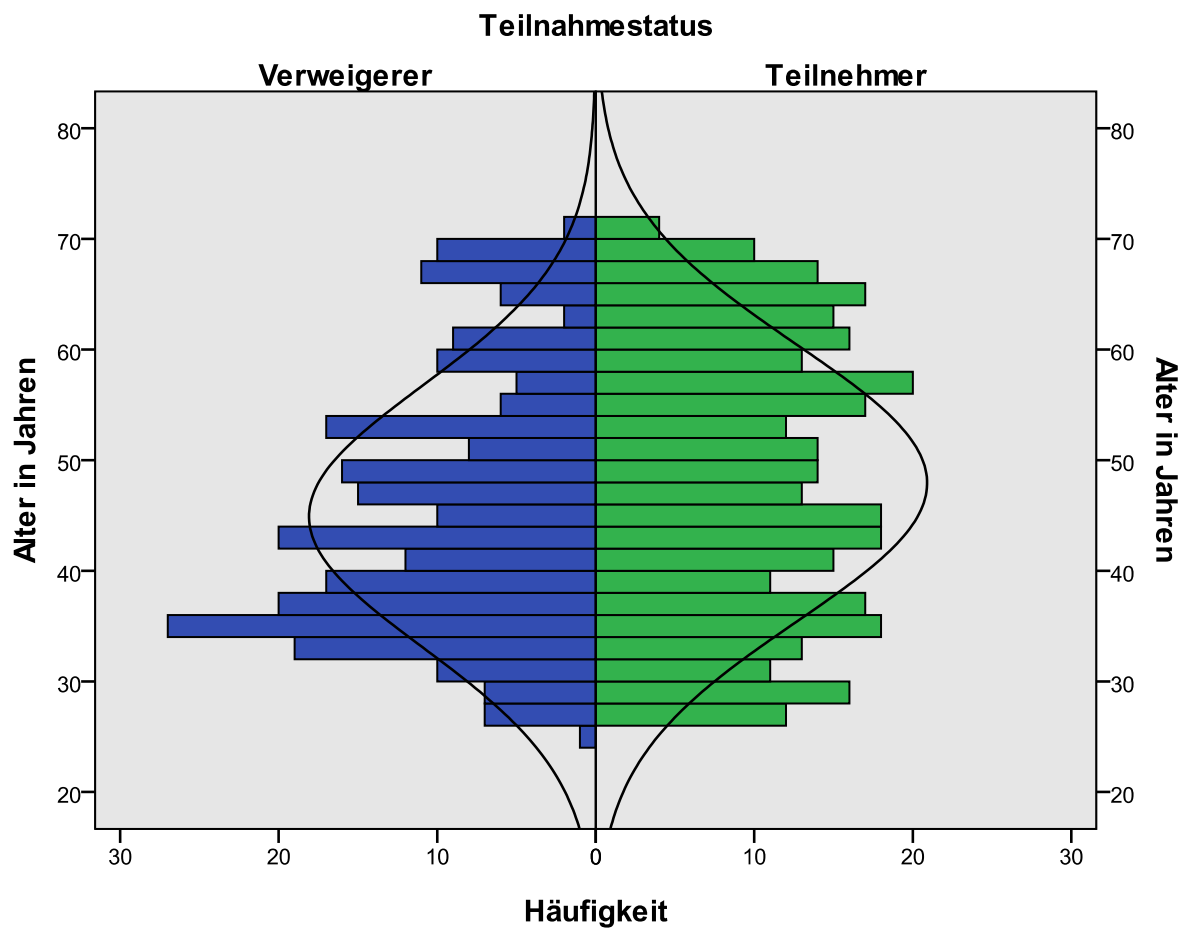


Abbildung 6: Alterstruktur der Teilnehmer und der Teilnahmeverweigerer (Kontrollgruppe)

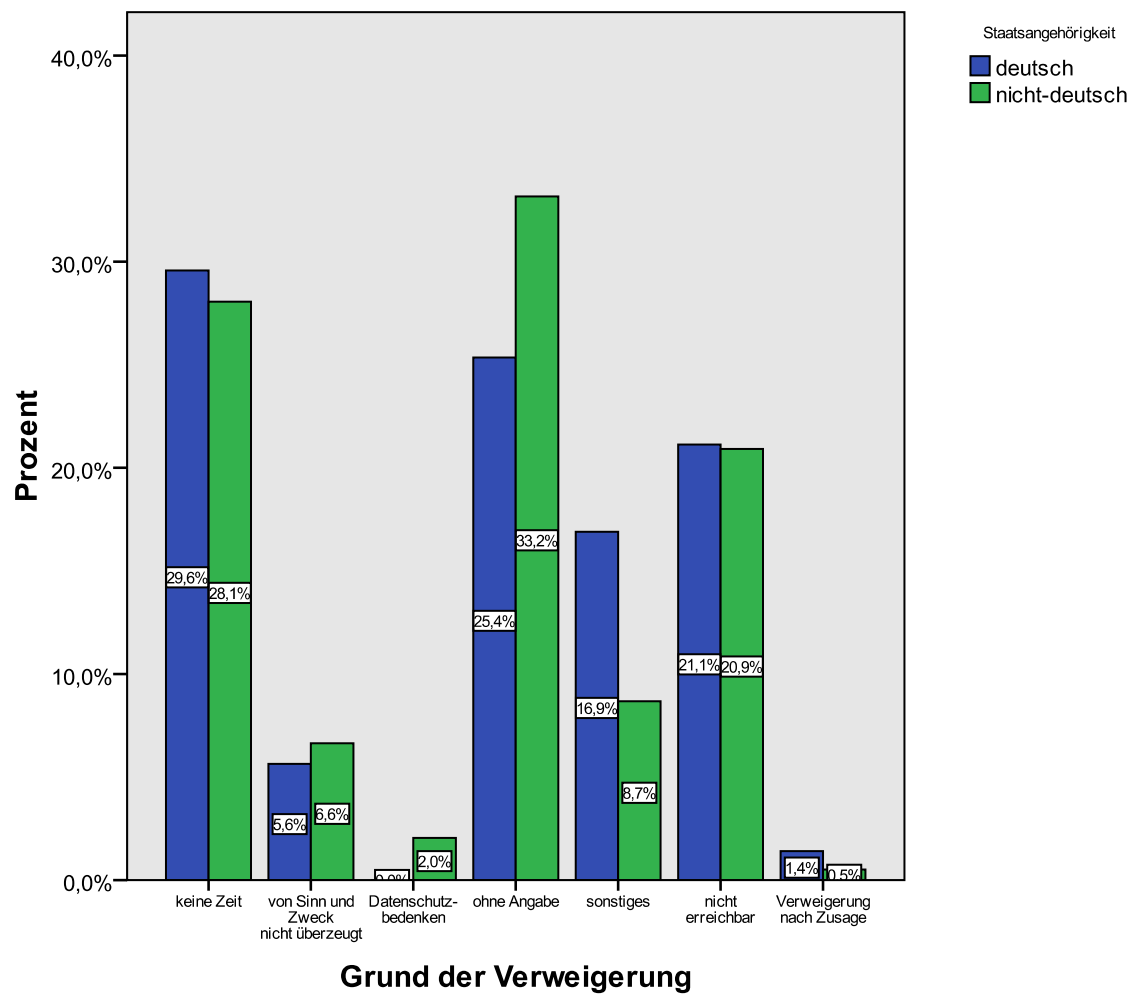


Abbildung 7: Grund der Teilnahmeverweigerung nach Staatsangehörigkeit (Kontrollgruppe)

Im Verlauf der Studie wurden 401 Patienten mit Verdacht auf Gonarthrose interviewt. Diese Anzahl korreliert nicht mit der endgültigen Fallzahl, da durch die radiologische Zweitbeurteilung, die nach den stattgefundenen Interviews erfolgte, ein Teil der Patienten als Fall ausgeschlossen und die entsprechenden Interviews verworfen wurden. Von den insgesamt durchgeführten 401 Patienteninterviews wurden 140 vom Autor, 87 von Dimitrios Bechtsis, 91 von Leif Reefschläger, 76 von Sebastian Ridder und der Rest von den zusätzlichen Interviewern Monika Büchner und Ilias Vrezas durchgeführt. Die genaue Aufteilung ist in der Tabelle 10 aufgeführt.

Tabelle 10: Aufteilung der durchgeführten Fallinterviews nach Interviewern

| Interviewer | Fallinterviews | Anteil an allen Fallinterviews |
|--------------------|-----------------------|---------------------------------------|
| Autor | 140 | 35,00% |
| Dimitrios Bechtsis | 87 | 21,75% |
| Monika Büchner | 2 | 0,50% |
| Leif Reefschläger | 91 | 22,75% |
| Sebastian Ridder | 76 | 19,00% |
| Ilias Vrezas | 4 | 1,00% |
| Sonstige | 0 | 0,00% |
| Gesamt | 401 | 100% |

Von den insgesamt 327 durchgeführten Kontrollinterviews wurden 51 vom Autor, 54 von Dimitrios Bechtsis, 107 von Monika Büchner, 32 von Leif Reefschläger, 52 von Sebastian Ridder und 21 von Ilias Vrezas durchgeführt. Die genaue Aufteilung der Kontrollinterviews nach Interviewern ist in Tabelle 11 aufgelistet.

Das Interview

Die Daten des standardisierten Interviews wurden per Laptop in eine MS-Access 2000 Datenbank eingegeben. Der Fragebogen ist zu umfangreich, er wird deshalb nicht als Anlage beigefügt. Er war gegliedert in einen allgemeinen Teil und einen Teil zu beruflichen Fragen. Im Allgemeinteil des Fragebogens ging es insbesondere darum, außerberufliche Faktoren, die ebenfalls für die Entstehung der Gonarthrose verantwortlich sein können,

Tabelle 11: Aufteilung der Kontrollinterviews nach Interviewern

| Interviewer | Kontrollinterviews | Anteil an allen Kontrollinterviews |
|--------------------|---------------------------|-------------------------------------------|
| Autor | 51 | 15,60% |
| Dimitrios Bechtsis | 54 | 16,51% |
| Monika Büchner | 107 | 32,72% |
| Leif Reefschläger | 32 | 9,79% |
| Sebastian Ridder | 52 | 15,90% |
| Ilias Vrezas | 21 | 6,42% |
| Sonstige | 10 | 3,06% |
| Gesamt | 327 | 100% |

zu erfassen. Diese können bei der späteren Datenauswertung als Confounder berücksichtigt werden, so dass eine eventuelle Adjustierung der Ergebnisse erfolgen kann. Für die Berechnung des BMI wurde am Anfang des Interviews nach dem aktuellen Körpergewicht und der Körpergröße gefragt. Schwankungen des Körpergewichts während der Lebenszeit wurden erfasst, indem die durchschnittlichen Körpergewichte im Alter zwischen 20-30 Jahren, 30-40 Jahren und 40-50 Jahren erfragt wurden. Aus diesen Daten lässt sich ein genauerer durchschnittlicher BMI für den Probanden in seiner gesamten Lebenszeit berechnen als die alleinige Angabe des aktuellen Körpergewichtes ermöglichen könnte.

Im nächsten Abschnitt ging es um die außerberufliche Expositionsbestimmung durch Fragestellungen zu körperlich anstrengenden Tätigkeiten in der Freizeit wie Gartenarbeit, landwirtschaftliche Tätigkeiten und der Mitarbeit beim Hausbau. Der Proband musste dabei genaue Angaben über den Zeitraum der Tätigkeiten und die durchschnittliche Stundenzahl pro Woche machen. Die Probanden wurden danach zu ihrem Rauchverhalten befragt und gebeten, detaillierte Angaben zu einzelnen Rauchphasen und der durchschnittlichen Anzahl an gerauchten Zigaretten/Zigarren/Zigarillos/Pfeifen pro Tag zu machen. Als „Raucher“ wurde definiert, wer über mindestens ein Jahr lang eine Rauchware pro Tag geraucht hatte. Analog zum Freizeitverhalten wurden die Probanden dann zum Sportverhalten mit genauen Angaben über den Zeitraum der sportlichen Aktivitäten und der durchschnittlichen Wochenstundenzahl befragt. Insbesondere wurden hier gezielt Daten zu den kniebelastenden Sportarten wie Joggen, Fahrrad fahren, Fussball,

Handball/Basketball/Volleyball, Tennis/Squash, Leichtathletik, Gewichtheben, Bodybuilding erhoben.

Im Anschluss an die Fragen des Allgemeinteils folgte der berufliche Fragebogenteil und damit die eigentliche Expositionsbestimmung. In chronologischer Reihenfolge für die einzelnen Berufsphasen, beginnend mit der ersten beruflichen Tätigkeit nach der Schule, die länger als 6 Monate ausgeübt worden war, wurde nach der genauen Berufsbezeichnung und dem Zeitraum der Beschäftigung gefragt. Der angegebene Beruf wurde nachträglich nach der Klassifizierung der Berufe des Statistischen Bundesamts aus dem Jahre 1992 klassifiziert und codiert. Als berufliche Tätigkeiten galten nicht: Zeiten der Arbeitslosigkeit, Wehr- oder Zivildienst, Studium und der Rentenbezug. Bei beruflichen Tätigkeiten, die nicht länger als 6 Monate andauerten, wurden keine weiteren Daten erhoben. Bei allen anderen Berufsphasen ging der Fragenkatalog mit Fragen zur durchschnittlichen Arbeitszeit pro Woche und der durchschnittlichen Anzahl der Urlaubstage pro Jahr weiter.

Als nächstes wurde dem Probanden die Abbildung A2 (Anlage 7) vorgelegt und gefragt, ob bei der jeweiligen Berufstätigkeit im Knien, Hocken oder Fersensitz gearbeitet werden musste. Wenn eine Körperhaltung mit „ja“ beantwortet wurde, mussten noch Angaben über die kumulierte Anzahl an Minuten pro Schicht und der Anzahl an Arbeitstagen gemacht werden. Im Anschluss an die Fragen zu körperlichen Zwangshaltungen wurde gefragt, ob der Proband während seiner Tätigkeit Lasten von 5kg oder mehr bewegen musste, damit war gemeint das Heben, Tragen, Halten, Umsetzen, Ziehen oder Schieben von Lasten. Der Proband hatte die Möglichkeit, bis zu 3 Lasten anzugeben, bei denen dann der Umgang mit diesen im nächsten Abschnitt detailliert abgefragt wurde. Als erstes musste das durchschnittliche Gewicht der jeweiligen Last definiert werden: Zur Auswahl standen: 5-10kg, 10-20kg, 20-30kg, 30-40kg, 40-50kg, 50-100kg und mehr als 100kg. Bei Vorhandensein von mehreren Lasten in der gleichen Gewichtskategorie bestand die Möglichkeit, diese als eine Last zusammenzufassen und auszuwerten. Gefragt wurde nach der Handhabung der Last. Wurde die Last gehoben, getragen, gehalten, umgesetzt, gezogen oder geschoben? Der Proband musste angeben, wie oft oder wie häufig er die Last pro Arbeitstag und an wievielen Arbeitstagen oder wieviel Prozent der Arbeitstage im Jahr gehandhabt hatte.

Bei der Frage nach dem Heben musste der Proband zusätzlich angeben, wie er die Last

meistens gehoben hatte: mit beiden Händen, einhändig oder sowohl als auch. Ein Tragevorgang enthielt definitionsgemäß zwei Hebevorgänge, einmal beim Aufheben und einmal beim Absetzen der Last. Dies wurde bei der Anzahl der Hebevorgänge mit berücksichtigt und eventuell dazuaddiert. Zum Tragen musste zusätzlich noch eine Angabe zur durchschnittlich zurückgelegten Wegstrecke pro Tragevorgang gemacht werden. Wie lange eventuell die Last pro Vorgang gehalten werden musste, sollte der Proband ebenfalls bei der Frage zum Halten angeben. Mit „Halten“ war definiert ein Warten des Probanden mit der Last in der Hand, auf der Schulter oder auf dem Rücken über einen Zeitraum von mindestens einer Minute, ohne dass der Proband eine Wegstrecke zurücklegte, wie z.B. das Dranhalten einer Wascharmatur an die Wand zum Einzeichnen der Bohrlöcher. Das „Umsetzen“ war definiert als das Anheben und Absetzen einer Last, ohne dass dabei ein Höhenunterschied überwunden und eine Wegstrecke zurückgelegt wurde wie z.B. das Umdrehen eines Pakets am Fließband. Als Letztes wurde nach dem Ziehen oder Schieben der Last gefragt, und wenn dabei eine körperbegleitende Bewegung stattfand, wie lange diese durchschnittlich pro Vorgang dauerte. Eine körperbegleitende Bewegung bestand dann, wenn eine Last auf Rollen gezogen oder geschoben wurde wie z.B. ein Hubwagen oder ein Müllcontainer, der von einem Ort zu einem anderen bewegt wurde. Schliesslich endete das Interview mit zusätzlichen Fragen zu den psychosozialen Belastungen am Arbeitsplatz.

4.4. Ethik, Datenschutz und Schweigepflicht

Die Durchführung der Studie in der genannten Form wurde sowohl unter Gesichtspunkten des Datenschutzes als auch unter ethischen Gesichtspunkten evaluiert. Der Hessische Datenschutzbeauftragte teilte mit, dass gegen die Durchführung der Studie keine datenschutzrechtlichen Bedenken bestünden. Ebenfalls wurde die Studie der Ethik-Kommission des Fachbereichs Medizin der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main vorgestellt. Der Vorsitzende der Ethik-Kommission hatte keine ethischen Bedenken gegen die Durchführung der Studie.

Die Studie wurde unter Wahrung der ärztlichen Schweigepflicht durchgeführt. Der Kontakt zu den Patienten erfolgte über die behandelnden Ärzte. Die an der Studie beteiligten Probanden wurden persönlich über die Studie aufgeklärt, hatten Gelegenheit,

Fragen zu stellen, erhielten eine schriftliche Informationsschrift zur Studie und wurden um ihr schriftliches Einverständnis gebeten. Den Probanden wurde erläutert, dass ihre Teilnahme freiwillig ist und dass sie jederzeit ohne Angabe von Gründen die Teilnahme an der Studie verweigern oder zurückziehen könnten. Die personenbezogenen Daten der Probanden werden fünf Jahre nach Abschluss der Studie vernichtet. Die Daten der Nichtteilnehmer wurden sofort anonymisiert und die personenbezogenen Daten umgehend gelöscht.

4.5. Charakterisierung der Fallgruppe und der Kontrollgruppe

4.5.1. Schweregrad der Gonarthrose bei der Patientengruppe

Die Anzahl der Patienten mit einer zweitgradigen Gonarthrose betrug 64, das entspricht einem Anteil von 21,7% (Durchschnittsalter 56,9), 117 Patienten hatten eine Gonarthrose Grad 3 (39,7%, Durchschnittsalter 58,2) und 114 Patienten eine Gonarthrose Grad 4 (38,6%, Durchschnittsalter 61,4). 140 Patienten (47,5%) hatten eine rechtsseitige Gonarthrose, 126 (42,7%) eine linksseitige. 29 Patienten hatten eine beidseitige Gonarthrose, das sind 9,8% aller Patienten (siehe Tabelle 12)

Tabelle 12: Schweregrad der Gonarthrose bei den Patienten

| Schweregrad | Patienten | Anteil | Durchschnittsalter |
|---------------------------|------------|-------------|--------------------|
| Grad 2 | 64 | 21,7% | 56,9 |
| Grad 3 | 117 | 39,7% | 58,2 |
| Grad 4 | 114 | 38,6% | 61,4 |
| Gesamt | 295 | 100% | 59,2 |
| Rechtsseitige Gonarthrose | 140 | 47,5% | |
| Linksseitige Gonarthrose | 126 | 42,7% | |
| Beidseitige Gonarthrose | 29 | 9,8% | |

4.5.2. Altersverteilung

Für die Altersbestimmung bei der Patientengruppe war das Alter zum Erstdiagnosezeitpunkt ausschlaggebend, das Durchschnittsalter der Patientengruppe war demnach 59 Jahre. Es war somit höher als das Durchschnittsalter der Kontrollgruppe mit 47 Jahren. Bei den Kontrollpersonen lag das Alter am Interviewzeitpunkt zugrunde. Die genaue Altersverteilung ist in Tabelle 13 aufgeführt, eine grafische Übersicht bietet die Abbildung 8.

Tabelle 13: Altersverteilung der Probanden

| | Kontrollen | Fälle |
|--------------------|------------|-----------|
| Jüngster | 26 | 26 |
| Ältester | 71 | 70 |
| Durchschnitt | 46,51 | 59,23 |
| Standardabweichung | 12,39 | 8,51 |
| Median | 45 | 62 |

4.5.3. Body-Mass-Index

Der durchschnittliche BMI zum Interviewzeitpunkt war bei den Fällen mit 29,75 höher als bei den Kontrollen, der 26,28 betrug. Eine genaue Übersicht ist in der Tabelle 14 und in der Abbildung 9 zu sehen.

4.6. Datenanalyse und Auswertungskonzept

Zur statistischen Analyse der eingegebenen Daten wurde das Statistikprogramm SPSS („Statistical Package for the Social Sciences“) in der Version 13 verwandt. Die Daten wurden von PD Dr. med. Andreas Seidler, M.P.H. statistisch ausgewertet. Zur Berechnung der Belastungen und der Confounder wurde bei den Fällen (F) nur die Expositionen bis zum Datum der radiologischen Erstdiagnose berücksichtigt. Der Median der zeitlichen Differenz zwischen erstmaliger Röntgendiagnose einer Gonarthrose und Durchführung

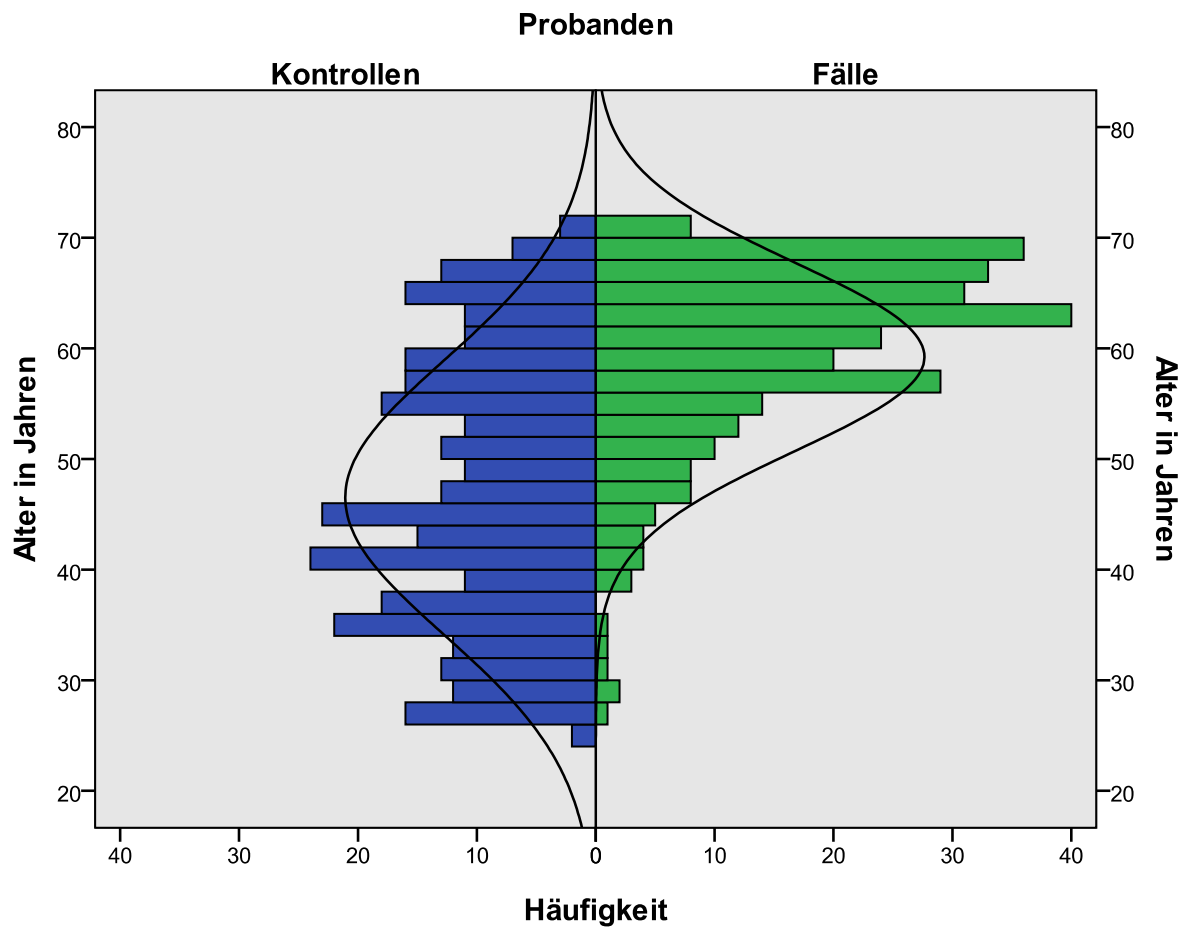


Abbildung 8: Altersverteilung der Probanden

Tabelle 14: Body-Mass-Index der Probanden zum Interviewzeitpunkt

| | Kontrollen | Fälle |
|---------------------|--------------|--------------|
| Minimum | 18,28 | 20,34 |
| Maximum | 41,03 | 59,12 |
| Standardabweichung | 3,81 | 4,99 |
| Anzahl | 325 | 294 |
| Missings | 2 | 1 |
| Durchschnitt | 26,28 | 29,75 |

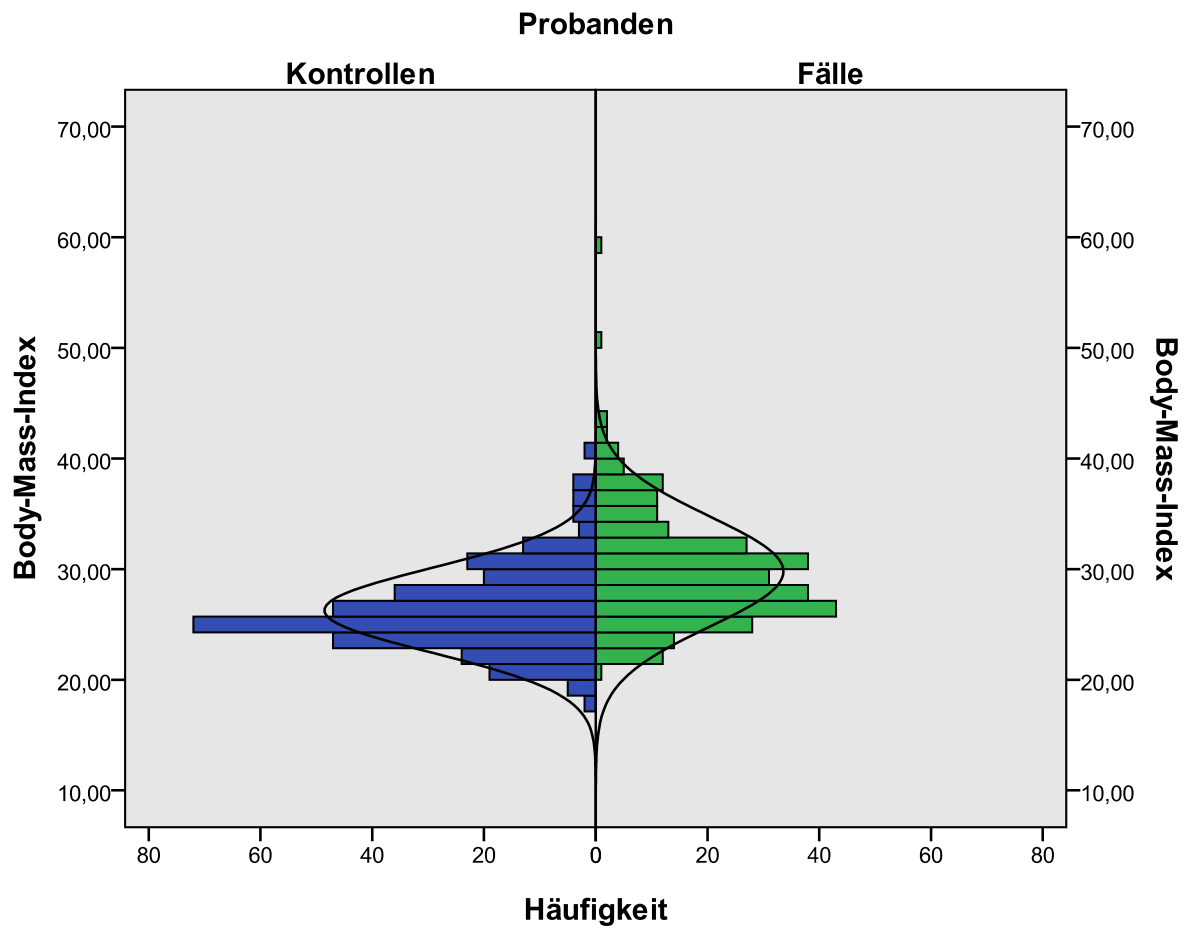


Abbildung 9: BMI-Verteilung bei den Probanden

des Interviews betrug zehn Monate. Bei den Kontrollen (K) diente der Interviewzeitpunkt als Referenzdatum. Zur Risikoberechnung wurden Odds Ratios berechnet und hinsichtlich relevanter Confounder adjustiert. Das Auswertungskonzept wurde bereits vor Beginn der epidemiologischen Auswertung festgelegt.

Die einzelnen Expositionsvariablen wurden in Terzile der Verteilung bei den Kontrollpersonen nach Ausschluß der „Null“-Werte kategorisiert. Um einen möglichen „Hochdosis-effekt“ zu berücksichtigen, wurde die höchste Expositions-kategorie, wenn diese mehr als 10% der Kontrollpersonen umfassen sollte, in zwei Kategorien aufgeteilt und ein Cutpoint ab der 95%-Perzentile der Verteilung der Kontrollpersonen gesetzt.

Für die Hebe- und Tragevorgänge wurde die Summe der Produkte aus Lastgewicht und Dauer der Lastgewichtshandhabung (beim Heben wurde von 2,5 Sekunden pro Hebevor-gang ausgegangen) gebildet und über alle Berufsphasen zusammengefasst (kg x h). Die möglicherweise konkurrierenden Faktoren, die zur Entstehung einer Gonarthrose führen können, wurden auf ihre Assoziation mit der kumulativen Belastung beim Heben und Tragen überprüft und bei entsprechender Assoziation als Confounder berücksichtigt. Die Region (Stadt Frankfurt am Main, Stadt Offenbach am Main und Landkreis Offenbach) wurde als potentieller Confounder in Betracht gezogen, da angenommen werden muss, dass die Arbeitsbelastung je nach Region unterschiedlich ist. Die Berücksichtigung des Rauchverhaltens sowie der Sozialschicht (Bildung) als potenzielle Confounder hat keinen wesentlichen Einfluss auf die dargestellten Gonarthroserisiken und wird in den Berechnungen nicht berücksichtigt.

Zur Analyse des Zusammenhangs zwischen der ermittelten kumulativen Belastung beim Heben und Tragen von Lasten wurden mittels logistischer Regressionsanalyse Odds Ratios mit 95%-Konfidenzintervallen (CI) als Effektschätzer der relativen Gonarthroserisiken berechnet. Es wurden folgende potentiellen Variablen auf ihre Möglichkeit als Confounder untersucht.

- **Alter**
- **Gewicht (Body Mass Index): ja**
- **Jogging, Leichtathletik (Sport 1): ja**

- Radfahren (Sport 2): nein
- Schwimmen (Sport 3): nein
- Fußball (Sport 4): nein
- Hand-, Volley-, Basketball (Sport 5): nein
- Geräteturnen, Kugelstoßen, Speer-, Hammerwerfen, Ringen (Sport 6): nein
- **Gewichtheben (Sport 7): ja**
- Bodybuilding, Krafttraining (Sport 8): nein
- **Kumulative Dauer von Tätigkeiten im Knien, Hocken oder Fersensitz: ja**

Nach Ermittlung der Confounder werden die lediglich für Alter und Region adjustierten Odds Ratios (Rohe OR) und die entsprechend für Alter, Region, Gewicht (BMI), Jogging/Leichtathletik und kumulative Dauer von Tätigkeiten im Knien, Hocken oder Fersensitz adjustierten Odds Ratios (Adj. OR), ausschliesslich der entsprechend untersuchten Variable, berichtet.

4.6.1. Altersrisiko

Die Tabelle 15 und die Abbildung 10 zeigen, dass das Risiko, eine Gonarthrose zu bekommen, mit dem Alter deutlich ansteigt. Das Alter der Fälle ist dabei zum Zeitpunkt der erstmaligen Diagnose einer Gonarthrose mindestens mit dem Grad 2 nach Kellgren (1963) aufgelistet. Dabei zeigt sich, dass nur fünf Fälle in einem Alter unterhalb von 35 Jahren eine Gonarthrose mit einem solchen Schweregrad hatten. Bei Berechnung sowohl der rohen als auch adjustierten Odds Ratios zeigt sich eine statistisch signifikante Risikoerhöhung ab einem Alter von 45 Jahren. Es besteht ein etwa 8%-iger Risikoanstieg pro Lebensjahr. Das Risiko steigt mit zunehmendem Alter an, es ist eine Dosis-Wirkungs-Beziehung auszumachen. In den weiteren Berechnungen wird das Alter als Confounder

berücksichtigt, indem das Alter in 10-Jahres-Kategorien in das logistische Regressionsmodell aufgenommen wird. Damit lässt sich zunächst nicht vollständig ausschließen, dass die berufsbezogenen Ergebnisse im Sinne eines residuellen Confounding durch das Alter beeinflusst sein könnten. In einer weiteren Analyse wurde daher das Alter nicht als kategorisierte Variable, sondern als kontinuierliche und (gleichzeitig) quadrierte kontinuierliche Variable in das logistische Regressionsmodell aufgenommen. Die Gonarthroserisiken änderten sich nicht wesentlich, so dass kein Anhalt für ein relevantes residuelles Confounding durch das Alter besteht.

Tabelle 15: Gonarthroserisiko (OR) für das Alter in 10-Jahres-Kategorien

| Alter | F | % | K | % | Rohe OR (95%-CI) | Adj. OR* (95%-CI) |
|--------------------|-----|-------|-----|-------|-------------------------|------------------------|
| <35 | 5 | 1,69 | 58 | 17,74 | 1 (-) | 1 (-) |
| 35 - <45 | 14 | 4,75 | 79 | 24,16 | 1,9 (0,6-5,8) | 2,1 (0,6-7,1) |
| 45 - <55 | 49 | 16,61 | 73 | 22,32 | 7,7 (2,8-20,8) | 7,3 (2,4-22,3) |
| 55 - <65 | 134 | 45,42 | 81 | 24,77 | 19,8 (7,5-52,1) | 14,8 (5,0-43,6) |
| >=65 | 93 | 31,53 | 36 | 11,01 | 28,4 (10,4-77,7) | 19 (6,1-58,7) |
| Gesamt | 295 | 100% | 327 | 100% | - | - |

Adjustiert für BMI, Region, Heben/Tragen, Knien/Hocken/Fersensitz, Jogging/Leichtathletik

4.6.2. Übergewicht

Als Maß für das Risiko beim Übergewicht wurde der Body-Mass-Index (BMI) gebildet. Bei den Fällen konnte der BMI zum Diagnosezeitpunkt nicht ermittelt werden. Stattdessen wurden die Angaben zum Körpergewicht für die verschiedenen Altersabschnitte, die im Interview erfragt wurden, aufsummiert und ein durchschnittlicher BMI für die Zeit zwischen dem 20. Lebensjahr und dem Alter zum Diagnosezeitpunkt errechnet (bei den Kontrollen wurde das Alter zum Interviewzeitpunkt berücksichtigt). Dieses Verfahren sollte gewährleisten, dass größere Schwankungen beim Körpergewicht berücksichtigt wurden und bei den Fällen der „cause and effect bias“ möglichst gering gehalten wurde. Die Ergebnisse sind in Tabelle 16 dargestellt. Ein Viertel der Fälle hat demnach einen durchschnittlichen BMI bis zum Diagnosezeitpunkt von mindestens 28,41, während nur 5% der Kontrollpersonen derart übergewichtig sind. Das Risiko, eine Gonarthrose zu entwickeln, erhöht sich bereits signifikant, wenn der BMI 24,92 beträgt, dies entspricht nach der WHO Klassifikation bereits einer Prä-Adipositas, die zwischen einem BMI Wert

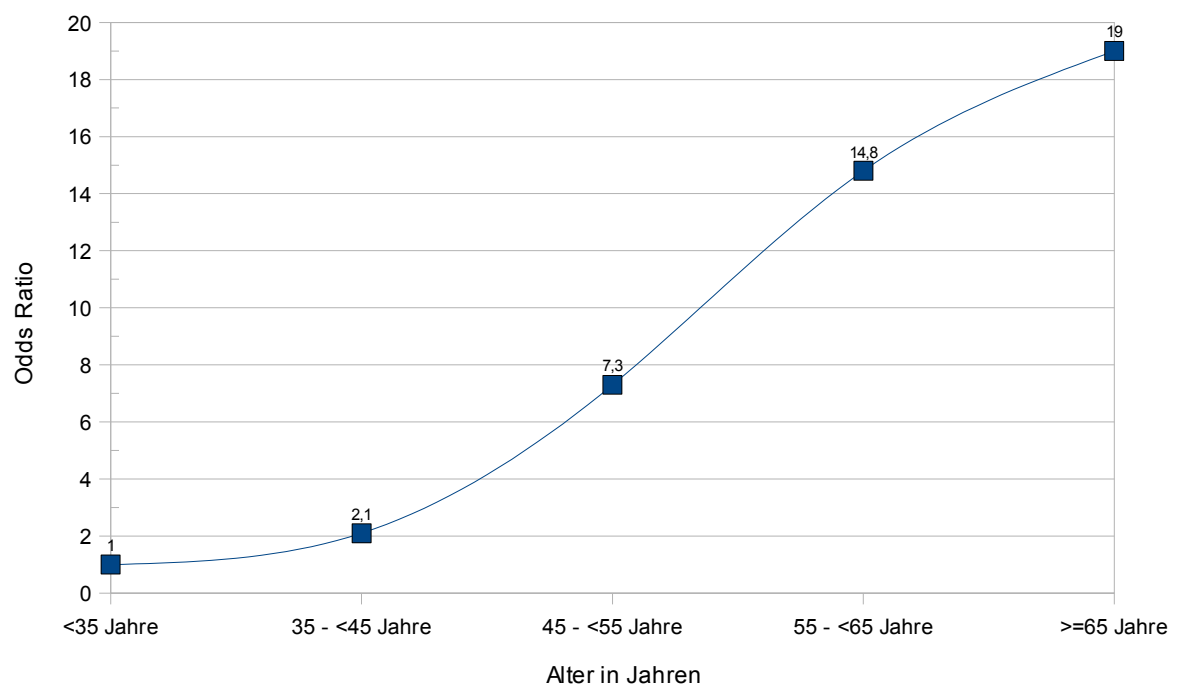


Abbildung 10: Gonarthroserisiko (adj. OR) für das Alter in 10-Jahres-Kategorien

von mehr als 25 und weniger als 30 definiert ist (World Health Organization, 2000). Ab einem BMI von über 28,41 besteht ein zehnfach erhöhtes Gonarthrosrisiko.

Tabelle 16: Gonarthrosrisiko (OR) für den BMI

| BMI | F | % | K | % | Rohe (95%-CI) | OR Adj. (95%-CI) | OR* |
|--------------|-----|-------|-----|-------|------------------|------------------------|-----|
| <22,85 | 32 | 10,88 | 108 | 33,23 | 1 (-) | 1 (-) | |
| 22,86-<24,92 | 74 | 25,17 | 108 | 33,23 | 1,9 (1,1-3,3) | 1,8 (1,0-3,3) | |
| 24,92-<28,41 | 112 | 38,10 | 92 | 28,31 | 2,9 (1,7-5,1) | 2,7 (1,5-4,9) | |
| ≥28,41 | 76 | 25,85 | 17 | 5,23 | 12,5 (5,8-26,9) | 10,8 (4,8-24,3) | |
| Gesamt | 294 | 100% | 325 | 100% | - | - | |
| Missings | 1 | - | 2 | - | - | - | |

Adjustiert für Alter, Region, Heben/Tragen, Knien/Hocken/Fersensitz, Jogging/Leichtathletik

4.6.3. Kniegelenksstrapazierende Tätigkeiten

Eine Tätigkeit im Knien, in der Hocke oder im Fersensitz stellt eine ähnliche Belastung für das Kniegelenk dar. Es wurde deshalb die kumulative Dauer einer Tätigkeit im Knien oder im Hocken oder im Fersensitz während des gesamten Erwerbslebens errechnet (KHF), bei Fällen bis zum Diagnosezeitpunkt. Die Ergebnisse dieser Berechnung sind in Tabelle 17 aufgeführt. Hier zeigt sich, dass eine lebenslange Tätigkeit im Knien, Hocken oder im Fersensitz von mindestens 10.800 Stunden mit einer statistisch signifikanten Risikoerhöhung einhergeht. Die adjustierte Odds Ratio nimmt für diese Belastung den Wert von 2,4 (95%CI 1,1 - 5,0) an.

Tabelle 17: Gonarthroserisiko (OR) für die kumulative Tätigkeit im Knien, Hocken oder Fersensitz

| Knien, Hocken, Fersensitz (KHF) | F | % | K | % | Rohe OR (95%-CI) | Adj. OR* (95%-CI) |
|----------------------------------------|----------|----------|----------|----------|-----------------------------|------------------------------|
| Kein KHF | 145 | 49,2 | 208 | 63,6 | 1 (-) | 1 (-) |
| >0 - <870h | 15 | 5,1 | 39 | 11,9 | 0,7 (0,3-1,5) | 0,5 (0-1,2) |
| 870 - <4757h | 32 | 10,8 | 40 | 12,2 | 1,4 (0,8-2,5) | 0,8 (0,4-1,5) |
| 4757 - <10800h | 40 | 13,6 | 22 | 6,7 | 2,8 (1,5-5,4) | 1,6 (0,8-3,4) |
| >= 10800h | 62 | 21,0 | 17 | 5,2 | 4 (2,1-7,6) | 2,4 (1,1-5,0) |
| Gesamt | 294 | 100% | 326 | 100% | - | - |
| Missings | 1 | - | 1 | - | - | - |

Adjustiert für Alter, Region, BMI, Heben/Tragen, Jogging/Leichtathletik

5. Ergebnisse

5.1. Heben und Tragen schwerer Lasten

Für die Berechnung des Gonarthroserisikos für das Heben wurde das Produkt der Lastgewicht mit der Dauer des Hebevorganges gebildet (beim Heben wurde von 2,5 Sekunden pro Hebevorgang ausgegangen). Es konnte zwar eine Erhöhung des Gonarthroserisikos ab einer Belastung von 6690kg*h nachgewiesen werden (OR = 2,1; CI 0,7-0,6), die Ergebnisse sind jedoch alle statistisch nicht signifikant (siehe Tabelle 18 und Abbildung 11).

Dasselbe Bild bietet sich bei der Berechnung der Risiken für das Tragen von Lasten alleine. In der dritthöchsten Kategorie mit einer Belastung von 3280-<31900kg*h finden wir ein statistisch nicht signifikant verdoppeltes Gonarthroserisiko (OR = 2,4; CI 0,9-5,7)(siehe Tabelle 19 und Abbildung 12), welches dann bei der höchsten Kategorie bei einer Belastung von 31900kg*h und mehr wieder abfällt (OR = 0,9; CI 0,3-2,9). Es könnte womöglich ein „healthy worker effect“ aufgetreten sein, was das höchste Risiko in der dritthöchsten Belastungskategorie und den Risikoabfall in der höchsten Belastungskategorie erklären könnte. Aus der obigen Analyse lässt sich insgesamt kein Hinweis darauf ableiten, dass es insbesondere die Hebevorgänge oder aber insbesondere die Tra-

Tabelle 18: Gonarthroserisiko (OR) für das kumulative Heben alleine

| Heben | F | % | K | % | Rohe (95%-CI) | OR Adj. (95%-CI) | OR* |
|------------------|-----|------|-----|------|----------------------|------------------------|-----|
| Kein Heben | 75 | 25,4 | 155 | 47,4 | 1 (-) | 1 (-) | |
| >0 - <134kg*h | 29 | 9,5 | 57 | 17,5 | 1,4 (0,8-2,7) | 1,4 (0,6-3,2) | |
| 134 - <1260kg*h | 65 | 22,0 | 58 | 17,7 | 2,3 (1,4-3,8) | 1,7 (0,7-4,1) | |
| 1260 - <6690kg*h | 74 | 25,1 | 40 | 12,2 | 3 (1,7-5,1) | 1,3 (0,5-3,4) | |
| >= 6690kg*h | 50 | 17,0 | 17 | 5,2 | 4,3 (2,2-8,5) | 2,1 (0,7-6,0) | |
| Gesamt | 293 | 100% | 327 | 100% | - | - | |
| Missings | 2 | - | 0 | - | - | - | |

Adjustiert für Alter, Region, BMI, Knien/Hocken/Fersensitz, Jogging/Leichtathletik

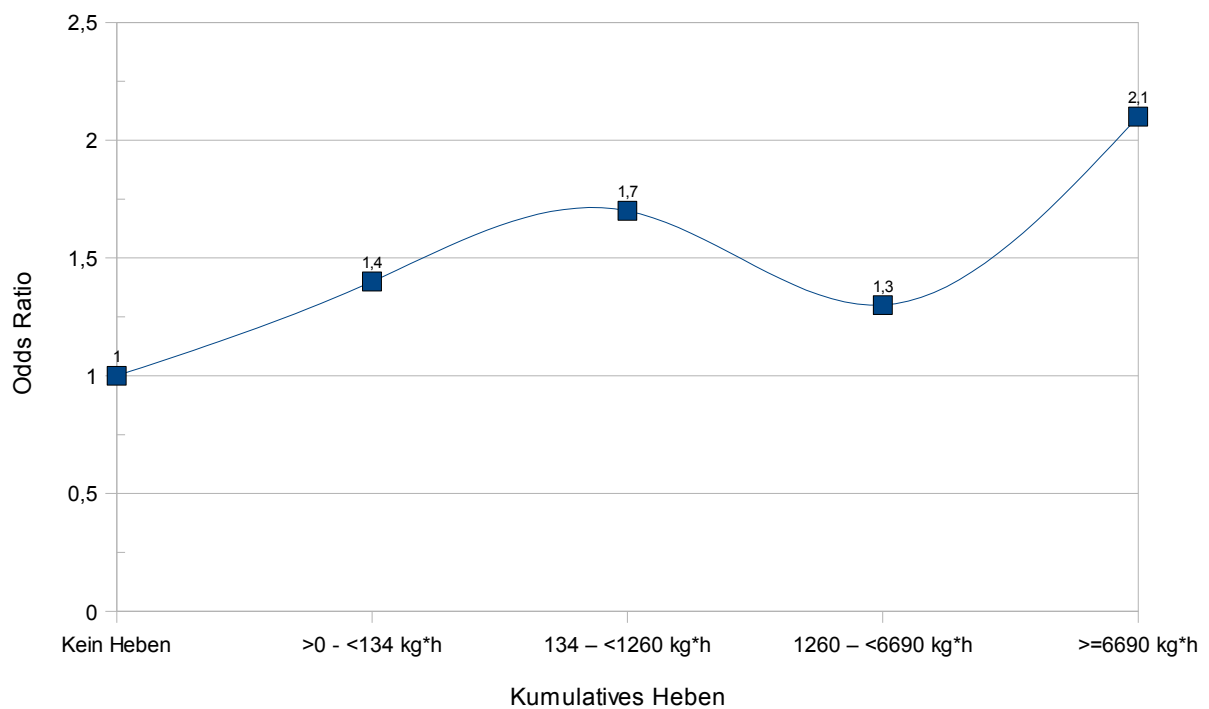


Abbildung 11: Gonarthroserisiko (adj. OR) für das kumulative Heben alleine

gevorgänge wären, die mit der Diagnose einer Gonarthrose assoziiert sind.

Tabelle 19: Gonarthroserisiko (OR) für das kumulative Tragen alleine

| Tragen | F | % | K | % | Rohe (95%-CI) | OR (95%-CI) | Adj. (95%-CI) | OR* |
|-----------------------------|-----|-------|-----|-------|----------------------|----------------|----------------------|-----|
| Kein Tragen | 98 | 33,2 | 180 | 55,1 | 1 (-) | | 1 (-) | |
| >0 - <393kg*h | 18 | 6,1 | 48 | 14,68 | 0,9 (0,5-1,9) | | 0,8 (0,3-2,1) | |
| 393 - <3280kg*h | 55 | 18,64 | 49 | 14,68 | 1,7 (1,0-2,9) | | 1,1 (0,4-2,5) | |
| 3280 - <31900kg*h | 95 | 32,2 | 32 | 9,8 | 4,9 (2,9-8,4) | | 2,4 (0,9-5,7) | |
| >= 31900kg*h | 26 | 8,8 | 17 | 5,2 | 2,4 (1,1-5,0) | | 0,9 (0,3-2,9) | |
| Gesamt | 292 | 100% | 326 | 100% | - | | - | |
| Missings | 3 | - | 1 | - | - | | - | |

Adjustiert für Alter, Region, BMI, Knien/Hocken/Fersensitz, Jogging/Leichtathletik

Kumuliert man jedoch die Hebe und Tragevorgänge, so zeigt sich wie in Tabelle 20 ersichtlich, dass sich ein statistisch signifikantes Gonarthroserisiko bei der kumulativen Belastung durch das Heben und Tragen von Lasten ergibt(siehe Abbildung 13). Wird für Hebe- und Tragevorgänge die Summe der Produkte aus Lastgewicht und Dauer der Lastgewichtshandhabung gebildet, so findet sich bereits in Kategorie „630 bis <5120 kg*Stunden“ ein statistisch signifikant auf das zweifach erhöhte Gonarthroserisiko (OR = 2,0; CI 1,1-3,6), welches bis zur nächst höheren Kategorie bei „5120kg*Stunden bis <37000kg*h“ annähernd konstant bleibt (OR = 2,0; CI 1,1-3,9). Das Ergebnis ist zunächst verwunderlich, da eine Belastung von 630kg*h bedeuten würde, dass jemand, der täglich eine Stunde lang eine Last von 10kg über etwa vier Monate Arbeit hebt oder trägt, bereits ein doppeltes Gonarthroserisiko gegenüber jemanden haben würde, der dieser Belastung nicht ausgesetzt ist. Diese Belastungsdosis ist sehr gering, man muss annehmen, dass womöglich unbekannte oder nicht berücksichtigte Einflußfaktoren (Sportverletzung, Knieverletzung usw.) hier einen Einfluß auf die Ergebnisse haben, auch könnte womöglich diese geringe Belastung in einem kleineren Zeitraum eingewirkt haben, so dass die in diese Kategorie fallenden Personen frühzeitig die Belastungsdosis aufgrund aufgetretener Knieprobleme reduzierten. Leider fehlen diesbezüglich genauere Daten, um eine konkrete Aussage machen zu können. Man kann jedoch davon ausgehen, dass ab einer Gesamtbelastungsdosis von 5120kg*h und mehr ein erhöhtes Gonarthroserisiko besteht(OR = 2,0; CI 1,1-3,9), da sich entsprechend einer Dosis-Wirkungs-Beziehung das Gonarthroserisiko ab einer kumulativen Dosis von 37000 kg*Stunden oder mehr auf 2,6

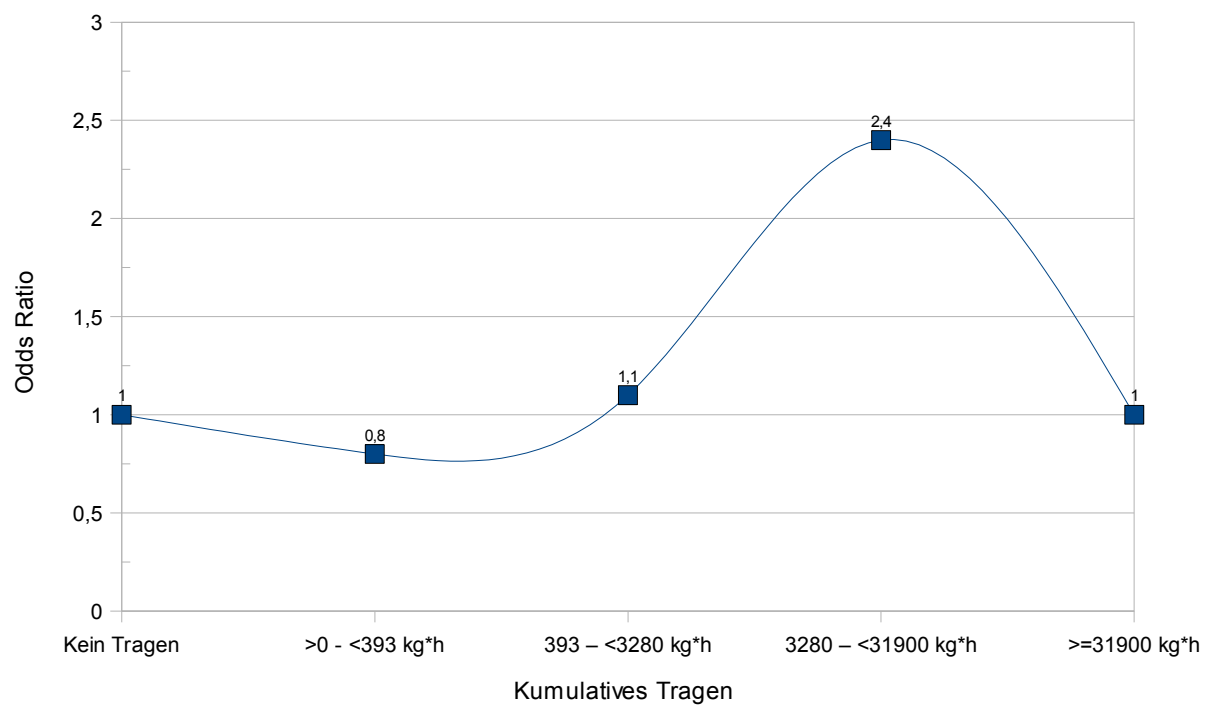


Abbildung 12: Gonarthroserisiko (adj. OR) für das kumulative Tragen alleine

(CI 1,1,-6,1) erhöht.

Tabelle 20: Gonarthroserisiko (OR) für das kumulative Heben und Tragen

| Heben/Tragen | F | % | K | % | Rohe (95%-CI) | OR Adj. (95%-CI) | OR* |
|-----------------------------|-----|------|-----|------|----------------------|------------------------|-----|
| Kein Heben/Tragen | 75 | 25,4 | 153 | 46,8 | 1 (-) | 1 (-) | |
| >0 - <630kg*h | 28 | 9,5 | 58 | 17,7 | 1,3 (0,7-2,4) | 1,2 (0,6-2,3) | |
| 630 - <5120kg*h | 61 | 20,7 | 58 | 17,7 | 2 (1,2-3,4) | 2 (1,1-3,6) | |
| 5120 - <37000kg*h | 92 | 31,2 | 40 | 12,2 | 3,6 (2,1-6,0) | 2 (1,1-3,9) | |
| >= 37000kg*h | 35 | 11,9 | 17 | 5,2 | 3,5 (1,7-7,2) | 2,6 (1,1-6,1) | |
| Gesamt | 291 | 100% | 326 | 100% | - | - | |
| Missings | 4 | - | 1 | - | - | - | |

Adjustiert für Alter, Region, BMI, Knien/Hocken/Fersensitz, Jogging/Leichtathletik

5.2. Heben und Tragen in Kombination mit Knien/Hocken oder Fersensitz

Die Analyse der Kombination von Heben und Tragen mit Knien/Hocken oder Fersensitz erfolgte nach einem etwas veränderten Schema im Vergleich zu den vorher durchgeführten Analysen. Es wurden sechs Kategorien gebildet und die Probanden den einzelnen Kategorien zugeordnet. Ein Proband, der weder einer Belastung durch Heben/Tragen noch einer Belastung durch Knien/Hocken oder Fersensitz ausgesetzt gewesen war, wurde der Referenzkategorie zugewiesen (Kein KHF oder HT). Sollte jemand in die Kategorie für das Heben/Tragen (oder Knien/Hocken oder Fersensitz) mit der kleinsten Belastungsdosis gehören, aber gleichzeitig zur Kategorie beim Knien/Hocken oder Fersensitz (oder Heben/Tragen) mit der höchsten Belastungsdosis zugeordnet sein, wurde dieser zur Kategorie: Entweder Knien/Hocken/Fersensitz $\geq 10800h$ oder Heben und Tragen $\geq 37000kg \cdot h$ zugeordnet. Zusätzlich wurde eine neue sechste Variable auf Basis der höchsten Expositionskategorie gebildet, so dass Personen, die zur Kategorie mit der höchsten Belastungsdosis beim Heben und Tragen und gleichzeitig zur Kategorie mit der höchsten Belastungsdosis beim Knien/Hocken oder Fersensitz gehörten, in dieser sechsten Kategorie (Knien/Hocken/Fersensitz $\geq 10800h$ und Heben und Tragen $\geq 37000kg \cdot h$) zusammengefasst wurden. Kombiniert man nach obigem Schema die Belastungen durch das Knien/Hocken oder Fersensitz mit den Belastungen beim Heben und

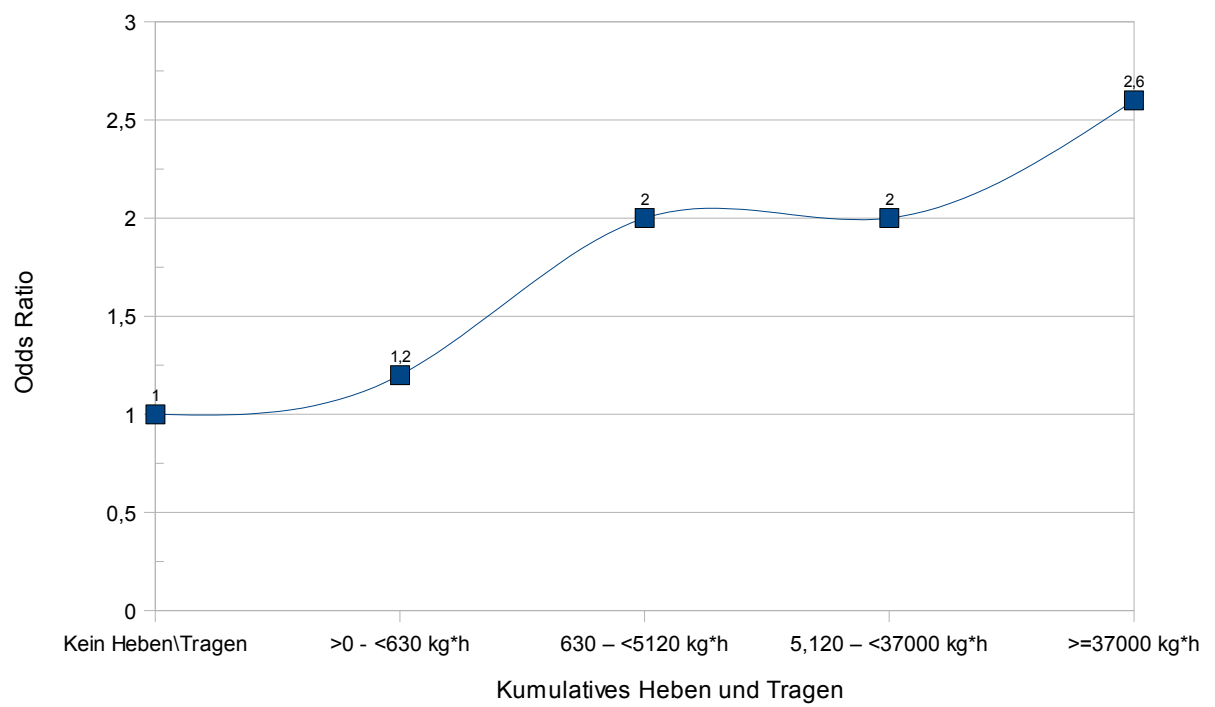


Abbildung 13: Gonarthroserisiko (adj. OR) für das kumulative Heben und Tragen

Tragen für das gesamte Erwerbsleben, so ergibt sich bereits für Personen, die in die Kategorie KHF 4757 - < 10800h oder in die Kategorie HT 5120- < 37000kg*h eingeordnet wurden, ein signifikant erhöhtes Gonarthrosrisiko von 2,7 (OR = 2,7; CI 1,5-4,8) (siehe Tabelle 21, mittlere Kategorie). Das Risiko in der höchsten Kategorie ist fast dreimal so hoch (OR = 7,9; CI 2,0-31,5) wie in der mittleren Kategorie (siehe Abbildung 14). Hier ist eindeutig eine Dosis-Wirkungs-Beziehung zu erkennen.

Tabelle 21: Gonarthrosrisiko (OR) für die kumulative Tätigkeit im Knien/Hocken oder Fersensitz (KHF) in Kombination mit der kumulativen Dauer von Heben und Tragen (HT)

| Knien/Hocken oder Fersensitz und Heben/Tragen | F | % | K | % | Rohe (95%-CI) | OR Adj. (95%-CI) | OR* |
|------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|-----------------------|-------------------------|------------|
| Kein KHF oder HT | 65 | 22,0 | 137 | 41,9 | 1 (-) | 1 (-) | |
| KHF >0 - <870h oder HT >0 - <630kg*h | 26 | 8,8 | 58 | 17,7 | 1,2 (0,7-2,3) | 1,1 (0,5-2,1) | |
| KHF 870 - <4757h oder HT 630kg*h - <5120 kg*h | 42 | 14,2 | 59 | 18,0 | 1,3 (0,8-2,4) | 1,2 (0,7-2,2) | |
| KHF 4757 - <10800h oder HT 5120 - <37000kg*h | 78 | 26,4 | 42 | 12,8 | 3,5 (2,0-6,0) | 2,7 (1,5-4,8) | |
| Entweder KHF >= 10800h oder HT >= 37000kg*h | 69 | 23,4 | 26 | 8,0 | 3,8 (2,1-6,8) | 3,4 (1,8-6,3) | |
| Beides KHF >= 10800h und HT >= 37000kg*h | 14 | 4,7 | 4 | 1,2 | 7,8 (2,1-28,3) | 7,9 (2,0-31,5) | |
| Gesamt | 294 | 100% | 326 | 100% | - | - | |
| Missings | 1 | - | 1 | - | - | - | |

Adjustiert für Alter, Region, BMI, Jogging/Leichtathletik

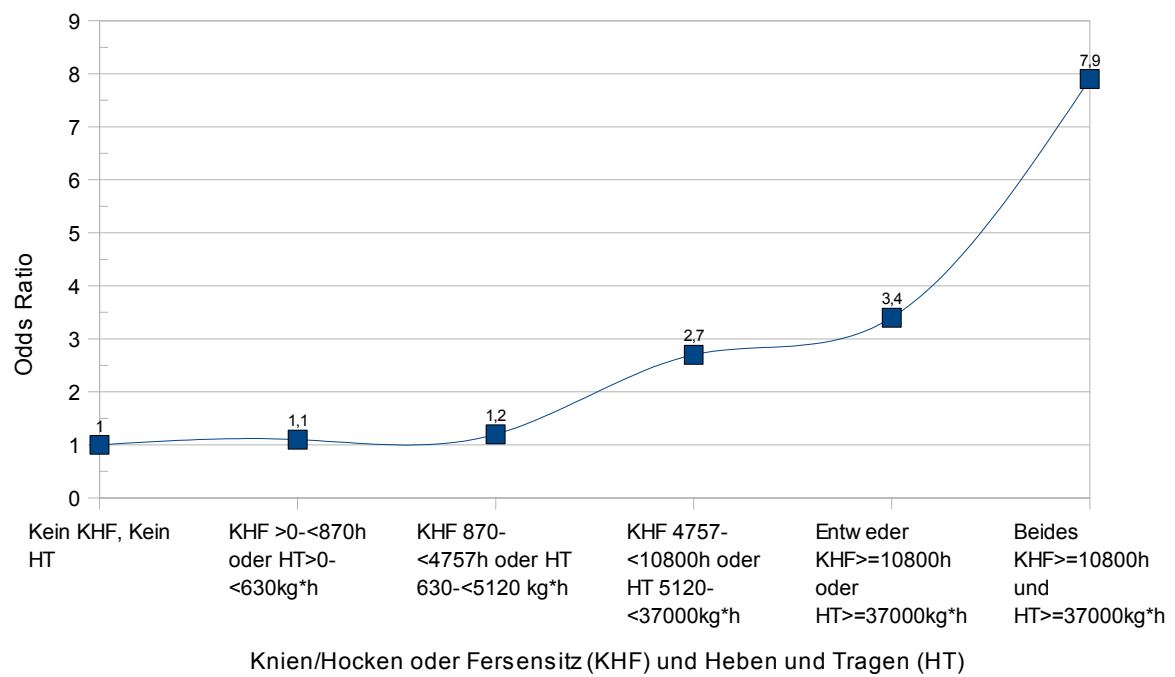


Abbildung 14: Gonarthrosrisiko (adj. OR) für das kumulative Heben und Tragen in Kombination mit Knien/Hocken oder Fersensitz

Teil III.

Diskussion

6. Ergebnisdiskussion

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigen ein statistisch signifikant erhöhtes Gonarthrosrisiko beim Heben und Tragen schwerer Lasten sowie einen Dosis-Wirkungs-Zusammenhang zwischen dem kumulativen Heben und Tragen von schweren Lasten und der Diagnose einer Gonarthrose mit dem Schweregrad 2 oder höher gemäß Kellgren (1963). Im folgenden sollen die Ergebnisse auf ihre Konsistenz mit der vorliegenden Literatur und bezüglich ihrer Aussagekraft untersucht werden.

6.1. Querschnittsstudien

In der Literaturübersicht im Einleitungsteil dieser Arbeit ist aufgeführt, dass in Querschnittsstudien eine erhöhte Prävalenz der Gonarthrose bei Personen, die schwere Lasten heben und tragen müssen, nachgewiesen ist (Schlomka & Schröter, 1953; Axt, 1960). Dies deckt sich mit den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit. Wickström et al. (1983) konnten in ihrer Arbeit jedoch keine erhöhte Prävalenz der Gonarthrose in den beiden untersuchten Gruppen feststellen, was den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit zunächst widerspricht. Die Autoren verglichen die Handhabung von Lasten bei Malern und Stahlbetonarbeitern, die sich zwar prinzipiell unterscheiden, im Endeffekt sind die verglichenen Gruppen exponiert. Der Vergleich ist somit nicht unproblematisch. Es zeigte sich erwartungsgemäß bei beiden Gruppen, die exponiert waren, eine erhöhte Prävalenz der Gonarthrose (18% bei Stahlbetonarbeitern, 16% bei Malern), wenn man annimmt, dass die Gonarthrose eine etwa 10%-ige Prävalenz bei über 55-Jährigen hat (Peat et al., 2001). Schouten et al. (1992) konnten in ihrer Querschnittsstudie ebenfalls kein erhöhtes Gonarthrosrisiko für das Heben und Tragen schwerer Lasten nachweisen. Bei ihrer Untersuchung beurteilten sie jedoch nur Personen, die noch berufstätig waren (etwa 45% der Ausgangszahl). Somit besteht bei ihrer Arbeit ein sehr großer selection bias,

insbesondere der „healthy worker effect“ hat hier einen erheblich die Gonarthroserisiken unterschätzenden Einfluss auf die Ergebnisse. Aus arbeitsmedizinischer Sicht eignen sich Querschnittsstudien aufgrund des oben genannten „healthy worker effect“ nicht zur Untersuchung von Kausalzusammenhängen zwischen Exposition und Erkrankung. Die Ergebnisse aus oben genannten Studien sollten daher, auch wenn sie sich nicht mit den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit decken, nicht überbewertet werden.

6.2. Kohortenstudien

Zum Zusammenhang zwischen der körperlichen Belastung durch insbesondere schweres Heben und Tragen und der Entstehung einer Gonarthrose wurden zwei Kohortenstudien untersucht (Felson et al., 1991; McAlindon et al., 1999), welche sich der Daten aus der Framingham-Studie bedienten. Felson et al. (1991) fanden einen Zusammenhang nur bei Personen, die kniebelastende Tätigkeiten ausübten und gleichzeitig schwer heben oder tragen mussten. Dieses Ergebnis deckt sich mit den vorliegenden Ergebnissen. Personen, die in Berufen arbeiteten, die zwar mit Heben und Tragen schwerer Lasten verbunden waren, jedoch keine kniestrapazierenden Tätigkeiten enthielten, hatten den Autoren zufolge aber kein erhöhtes Gonarthroserisiko, was den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit widerspricht. Ein „healthy worker effect“ kann jedoch bei ihrer Studie nicht ausgeschlossen werden, da zwischen Expositionszeitpunkt und Outcome über 20 Jahre liegen. Es ist denkbar, dass Personen, die Beschwerden in den Knien hatten, ihren Beruf wechselten und längere Zeit den Belastungen nicht mehr ausgesetzt waren. Eine genaue Expositionsbestimmung fand schließlich nicht statt. Durch die Katalogisierung der Berufe, die vorgenommen wurde, ist ein recall bias jedoch weitgehend ausgeschlossen. An der Studie ist zudem die geringe statistische Power zu kritisieren. Von den 569 untersuchten Männern fielen nur 66 Männer in die Gruppe mit zumindest mittelgradiger körperliche Belastung durch Heben und Tragen schwerer Lasten. Die Ergebnisse können somit als insgesamt unzuverlässig gewertet werden. McAlindon et al. (1999) berücksichtigten für die Definition der Belastungsvariable sowohl berufliche Einwirkungen wie Heben oder Tragen schwerer Lasten als auch außerberufliche Belastungen durch Sport und andere Freizeitaktivitäten (Gartenarbeit etc.). Obwohl ein positiver Zusammenhang zwischen hoher Exposition und der Entstehung einer Gonarthrose nachgewiesen wurde, konnte eine Assoziation zwischen dem Heben und Tragen schwerer Lasten und der Ent-

stehung einer Gonarthrose nicht erkannt werden. Diese Schlußfolgerung deckt sich nicht mit den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit. Die Autoren wählten für die höchste Belastungskategorie eine sehr kleine Belastungsdosis von mindestens 2,27kg für das Heben und Tragen. Die Annahme, dass eine solch geringe Belastung beim Heben und Tragen bereits zu einem erhöhten Gonarthroserisiko führen könnte, ist weit hergeholt. Zu bemängeln ist daher, dass eine genaue Expositionsermittlung nicht durchgeführt wurde und über die Höhe und Gesamtdauer der Belastungen genauere Angaben fehlen. Aufgrund der oben aufgeführten methodischen Einwände findet sich nur eine teilweise Übereinstimmung der Studienergebnisse aus Kohortenstudien mit den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit.

6.3. Fall-Kontroll-Studien

Zum Zusammenhang des Gonarthroserisikos mit dem Heben und Tragen schwerer Lasten gibt es in der Literatur insgesamt acht Fall-Kontroll-Studien, die im Einleitungsteil aufgeführt wurden. Cooper et al. (1994) fanden ein statistisch nicht signifikant erhöhtes Gonarthroserisiko für das Heben und Tragen von Lasten über 25kg. Bei Kombination der Hebebelastungen mit kniebeugenden Tätigkeiten fand sich jedoch ein statistisch signifikant erhöhtes Gonarthroserisiko von 5,4 (CI 1,4-21,0). Diese Ergebnisse decken sich mit den Ergebnissen aus der vorliegenden Arbeit, die einen solchen Zusammenhang ebenfalls zeigte. Eine Dosis-Wirkungs-Beziehung zwischen Höhe und Dauer der Kniegelenksbelastung durch Heben oder Tragen schwerer Lasten sowie durch Kniebeugung wurde von Cooper et al. (1994) jedoch nicht untersucht. Insgesamt waren die Fallzahlen in ihrer Studie viel zu gering (in der Expositionsgruppe für Heben und Tragen 10 Fälle und 12 Kontrollen), die Kontrollgruppe nicht repräsentativ, und genaue Belastungsermittlungen wurden nicht durchgeführt. Die Autoren kommen daher selber zum Schluss, dass die Ergebnisse ihrer Berechnungen zum Gonarthroserisiko beim Heben und Tragen von Lasten aufgrund der geringen Fallzahl nicht ausreichend sind.

Elsner et al. (1996) fanden keine signifikant erhöhten Gonarthroserisiken für das Heben und Tragen schwerer Lasten. Die Ergebnisse ihrer Studie decken sich nicht mit den Ergebnissen aus der vorliegenden Arbeit. Bei ihrer Studie ist jedoch eine hohe Fehlklassifikation anzunehmen, da auch Patienten als Fälle eingestuft wurden, die bereits eine diskrete Gonarthrose hatten. Es ist anzunehmen, dass bei den Kontrollpersonen

der Anteil an Personen mit ebenfalls einer diskreten Gonarthrose nicht unerheblich ist. Aufgrund der geringen Fall- und Kontrollzahlen sind die Ergebnisse ihrer Studie in ihrer Aussage eingeschränkt.

Sahlström und Montgomery (1997) wiesen kein signifikant erhöhtes Gonarthroserisiko für das Heben und Tragen schwerer Lasten nach. Eine Dosis-Wirkungs-Beziehung zwischen der Höhe, der Dauer und der Dosis der beruflichen Kniegelenksbelastung und dem Gonarthroserisiko wurde nicht dargestellt. Diese Ergebnisse widersprechen den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit. Die Expositionsabschätzung wurde in ihrer Studie zwar von Spezialisten durchgeführt, die dazu herangezogenen Daten waren jedoch sehr ungenau, so dass ihre gesamte Studie als unzureichend gesehen werden kann.

Coggon et al. (2000) fanden statistisch nicht signifikant erhöhte Gonarthroserisiken für das Heben und Tragen schwerer Lasten alleine. Bei den Ergebnissen wurde für die Adjustierung für den BMI der aktuelle BMI-Wert, der bei der Befragung erhoben wurde, herangezogen. Ein womöglicher cause and effect bias konnte somit nicht ausgeschlossen werden, da höchstwahrscheinlich davon auszugehen ist, dass Personen mit einer Gonarthrose sich weniger sportlich betätigen und dadurch einen höheren BMI als gesunde Personen haben. Dadurch ist anzunehmen, dass die Gonarthroserisiken eher unterschätzt wurden. Insgesamt zeigen die Ergebnisse, die statistisch nicht signifikant sind, für das Heben und Tragen keine Dosis-Wirkungs-Beziehung. Hervorzuheben ist jedoch, dass in ihrer Studie eine Belastung durch Heben und Tragen schwerer Lasten und gleichzeitigem Knien und Hocken mit einem statistisch signifikant erhöhten Gonarthroserisiko assoziiert ist (OR 2,9; CI 1,3-6,6), welches in der vorliegenden Arbeit ebenfalls nachgewiesen ist.

Lau et al. (2000) konnten in ihrer Studie ein signifikant erhöhtes Gonarthroserisiko von 5,4 (CI 2,4-12,4) für das Heben und Tragen schwerer Lasten nachweisen. Die Ergebnisse wurden für relevante Confounder adjustiert und decken sich mit den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit. Ein erheblicher Kritikpunkt an ihrer Studie ist die Auswahl der Belastungskategorie, für die die Ergebnisse aufgeführt sind. Zugrunde gelegt wurden Belastungen von mehr als 10 Hebevorgängen pro Woche von Lastgewichten von über 10kg, sie sind für Abschätzungen aus arbeitsmedizinischer Sicht sehr niedrig angesetzt, da nicht ersichtlich ist, wie viele Hebevorgänge pro Woche Probanden mit der Angabe > 10 Hebevorgängen pro Woche tatsächlich durchgeführt haben. Eine Dosis-

Wirkungs-Beziehung konnte nicht hergeleitet werden, was in der vorliegenden Arbeit jedoch deutlich zu erkennen ist.

Sandmark et al. (2000) konnten in ihrer Fall-Kontroll-Studie bei Männern mit mittel- und hochgradiger beruflicher Exposition durch Heben schwerer Lasten ein um den Faktor 2,5 bzw. 3,0 signifikant erhöhtes Gonarthroserisiko nachweisen, somit besteht auch eine Dosis-Wirkungs-Beziehung. Für die Studie spricht, dass das Auswahlkriterium sehr streng gehalten wurde, Kontrollpersonen und Fälle, die eine womöglich konkurrierende Erkrankung hatten (z.B. Verletzungen und Operationen am Kniegelenk oder am umgebenden Gewebe, rheumatoide Arthritis, sonstige chronische Gelenkserkrankungen), wurden aus der Untersuchung ausgeschlossen. Alle Ergebnisse wurden für Alter, BMI und Rauchen adjustiert. Insgesamt liefert diese Studie Ergebnisse, die mit den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit unter allen aufgeführten Studien am ehesten korrelieren. Zu beachten ist ausserdem, dass die Studie von Sandmark et al. (2000) auch im Studiendesign der vorliegenden Arbeit am ähnlichsten ist. Zu kritisieren ist jedoch, dass keine genauen Expositionsdaten erhoben wurden und die Probanden lediglich in grob untergliederte Belastungskategorien zugeordnet wurden.

Seidler et al. (2001) fanden erhöhte Gonarthroserisiken für das Heben und Tragen schwerer Lasten, auch in Kombination mit der Belastung durch kniegelenksstrapazierende Tätigkeiten, die Ergebnisse waren jedoch alle statistisch nicht signifikant. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigen dagegen für beide Belastungen statistisch signifikante Ergebnisse. Diese Diskrepanz ist höchstwahrscheinlich auf die zu geringe Teilnehmerzahl in ihrer Studie zurückzuführen. Weiterhin wurden alle Patienten mit Kniegelenksbeschwerden und röntgenologischer Gonarthrose Stadium 1-4 nach Kellgren (1963) als Fälle einbezogen, zwei Drittel der Patienten hatten jedoch eine Gonarthrose Stadium 1 nach Kellgren (1963). Bei diesen Patienten liegen erst diskrete Hinweise für eine Gonarthrose vor. Eine Gonarthrose Grad 1 nach Kellgren (1963) zeigt nur eine fragliche Gelenkspaltverschmälerung ohne obligatorische Zeichen von exophytären Randausziehungen. Die Diagnose „Gonarthrose Grad 1“ ist demnach sehr stark von der subjektiven Beurteilung des untersuchenden Radiologen abhängig. Eine womöglich nicht unerhebliche Fehlklassifikation könnte vorgelegen haben. Dagegen spricht jedoch, dass eine einheitliche Klassifizierung der Fälle und Kontrollen durch nur einen Radiologen durchgeführt wurde. Positiv ist zu bewerten, dass von den Kontrollpersonen ebenfalls Röntgenbilder der Kniee vorlagen und eine Gonarthrose ausgeschlossen wurde. Eine Fehlklassifikation

in ihrer Studie ist somit sehr unwahrscheinlich. Insgesamt sind die Ergebnisse ihrer Arbeit aufgrund der geringen Fallzahlen eingeschränkt aussagefähig, decken sich jedoch größtenteils mit den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit.

Manninen et al. (2002) berichteten in ihrer Fall-Kontroll-Studie über einen fehlenden Zusammenhang zwischen kumulativer Belastung durch Heben schwerer Lasten und dem Gonarthrosrisiko bei Männern, wobei die Ergebnisse statistisch nicht signifikant waren. Dies widerspricht den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit. Dass Manninen et al. (2002) die höchste Kategorie für Belastungen von > 100 Tonnen kumulativ gehobener Last wählten, ist aus arbeitsmedizinischer Sicht problematisch und als zu niedrig anzusehen. Die Belastung entspricht in etwa einer kumulativ gehobenen Last pro Schicht von täglich ca. 45 kg bei einer 10-jährigen Tätigkeitsdauer und 220 Schichten pro Jahr. Über die Dauer der Einwirkung der Belastung sind keine Daten erhoben worden, es wurden Tragevorgänge nicht berücksichtigt. Die einbezogene Fallzahl von 55 männlichen Fällen ist sehr klein und hat damit eine geringe Power der Studie zur Folge. Insgesamt weist die Studie somit erhebliche methodische Probleme auf, so dass deren Ergebnisse nicht aussagekräftig sind.

6.4. Kausalitätskriterien

Um einen kausalen Zusammenhang zwischen einer Exposition und einer Erkrankung anzunehmen, sollten folgende Bedingungen erfüllt sein: modifiziert nach Evans (1976).

- Die Exposition geht der Erkrankung voraus.
- In Querschnittsstudien ist die Prävalenz bei Exponierten höher als bei nicht Exponierten.
- In Kohortenstudien ist die Inzidenz der Erkrankung bei Exponierten höher als bei nicht Exponierten.
- In Fall-Kontroll-Studien ist die Exposition bei Fällen häufiger als bei Kontrollen.

- Es findet sich eine positive Dosis-Wirkungs-Beziehung zwischen der Höhe der Exposition und der Häufigkeit der Erkrankung.
- Alle Beziehungen sollten epidemiologisch und biologisch sinnvoll sein.

In der vorliegenden Arbeit wurden Expositionen bis zur Diagnose einer Gonarthrose berücksichtigt. Wie wirklich die unmittelbare Reihenfolge ist, und ob die Exposition tatsächlich der Gonarthrose vorausgeht, kann jedoch nicht gesagt werden. Weiterhin wurden die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit mit denen aus früheren Studien verglichen und näher betrachtet. Aus den 14 untersuchten Studien lässt sich ableiten, dass die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit sich mit Hinweisen in der Literatur, die einen Zusammenhang zwischen der Entstehung einer Gonarthrose und dem Heben oder Tragen von Lasten während der Berufstätigkeit zeigen, deckt. Die Studien, die den vorliegenden Ergebnissen widersprachen, waren entweder methodisch nicht gut oder hatten eine sehr geringe Power. Ausserdem sind in den meisten untersuchten Studien keine Dosisangaben angegeben, und wenn doch, dann war der Grund für die jeweilige Kategorisierung nicht erläutert, oder es wurde von sehr niedrigen Auslösedosen ausgegangen. Weiterhin decken sich die Hinweise, dass insbesondere das Heben oder Tragen in Kombination mit Kniebelastungen wie Knien oder Hocken ein höheres Gonarthroserisiko darstellt, als das Knien oder Hocken oder das Heben und Tragen alleine, mit den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit. Zum erstenmal wurde in diesem Zusammenhang in der vorliegenden Arbeit eine Dosis-Wirkungs-Beziehung nachgewiesen.

Jensen (2008) führte eine Literaturrecherche zum Einfluss von Arbeiten im Knien/Hocken, dem Heben und Tragen schwerer Lasten und der Kombination von Knien/Hocken und Heben und Tragen schwerer Lasten auf die Entstehung einer Gonarthrose durch (Studien aus dem Zeitraum von 1966-2007). Dabei bewertete er jede Studie nach deren Methode und Qualität und vergab Punkte auf die Gesamtgüte der einzelnen Studien (Höchstpunktzahl 15). Anschließend erfolgte die Einteilung in schlechte Qualität (1-5), mittlere Qualität (6-10) und hohe Qualität (11-15). Basierend auf diese Daten fasste er die Evidenz zu den einzelnen untersuchten Hypothesen gemäss den Kriterien des „The Scientific Committee of the Danish Society of Occupational and Environmental Medicine“ zusammen in

- starke Evidenz (ein Kausalzusammenhang ist höchstwahrscheinlich)

- moderate Evidenz (einige Aussagekräftige Beweise liegen vor)
- eingeschränkte Evidenz (einige Aussagekräftige Beweise liegen in einigen Studien vor)
- unzureichende Evidenz (Die vorliegenden Studien sind methodologisch von schlechter Qualität)
- keine Evidenz (wenn keine Studie zur Hypothese vorlag).

Von 17 untersuchten Studien zum Zusammenhang zwischen Gonarthrose und Heben und Tragen erreichten sechs eine hohe Qualität (>10 Punkte). Hierunter befanden sich die Kohortenstudie von Felson et al. (1991), die Fall-Kontroll-Studien von Coggon et al. (2000), Lau et al. (2000), Sandmark et al. (2000), Manninen et al. (2002) und die Querschnittstudie von Anderson und Felson (1988). Jensen (2008) kommt zu dem Ergebnis, dass zur Hypothese, dass Heben und Tragen schwerer Lasten eine Gonarthrose begünstigt, eine moderate Evidenz vorliegt.

Zum Zusammenhang zwischen der Kombination von Heben und Tragen mit Knien/Hocken und dem Gonarthroserisiko waren von den untersuchten vier Studien zwei von hoher Qualität. Die Kohortenstudie von Felson et al. (1991) und die Fall-Kontrollstudie von Coggon et al. (2000). Hier kommt Jensen (2008) ebenfalls zum Ergebnis, dass eine moderate Evidenz zum Gonarthroserisiko durch Heben und Tragen in Kombination mit Knien/Hocken existiert.

6.5. Biologische Plausibilität

Der Gelenkknorpel und dessen Struktur sind wesentlicher Bestandteil und Komponente der sogenannten funktionellen Gelenkeinheit (Knorpel, subchondraler Knochen, Synovia, Synovialis, Gelenkkapsel, Muskulatur). Im Verlauf der Arthrose unterliegt der Gelenkknorpel charakteristischen Veränderungen, und ihm wird hierdurch eine zentrale Rolle in der Pathophysiologie der Arthrosen zugewiesen. Der Gelenkknorpel besteht nur aus einer wenigen Millimeter dicken Gewebeschicht,

und es fehlen Blut- und Lymphgefäße sowie Nervengewebe. Allgemein kann man sagen, dass der kontinuierliche Knorpelverlust, strukturelle Veränderungen des subchondralen Knochens sowie die Entstehung von osteophytären Randausziehungen Grundlage verschiedener Arthroseformen sind. Nach zunächst einer Knorpelerweichung (Chondromalazie) entstehen Einrisse im Knorpel, welche sich immer mehr vertiefen. Ein zusätzlicher kontinuierlicher Knorpelabrieb führt dann im Verlauf der Zeit zu einer sogenannten Knochenglatze (Jackson, 1986). Immer wiederkehrende Mikrotraumen, die dann letztendlich zum Untergang von Knorpelgewebe führen, entstehen dann, wenn das Gelenk in Extremsituationen gehalten wird oder ein kritischer physikalischer Belastungspunkt überschritten wird. Der Gelenkknorpel kann die Belastungen nicht mehr auffangen, was zu dessen Untergang führt (Radin et al., 1972).

Der bei einer Arthrose auftretende, kontinuierliche Knorpelverlust ist einerseits rein mechanisch durch Abrieb bedingt, andererseits zeigt sich ein gestörter Knorpelstoffwechsel. Anabole und katabole Stoffwechselvorgänge sind gestört. Das Gleichgewicht zwischen der Synthese und der funktionellen Aufrechterhaltung der extrazellulären Matrix des Knorpels ist nicht mehr gewährleistet (Adams et al., 1995). Es kommt zu einer gesteigerten Kollagensynthese, so dass die Elastizität des Knorpels abnimmt und der Knorpel den Herausforderungen wie mechanische Festigkeit, Druckkompensation und Nährstofftransport nicht mehr gewachsen ist. Eine gesteigerte Kollagensynthese findet sich jedoch bereits in Stadien, in denen sich der Knorpel makroskopisch noch unauffällig darstellt (Eyre et al., 1980). Somit kommt es bereits in frühen Arthrostadien zu einer Zunahme der metabolischen Aktivität. Dies unterstreicht die Hypothesen, die besagen, dass die Arthrose z.B. beim Übergewicht nicht durch die mechanische Beanspruchung alleine erklärt werden kann, sondern metabolische Prozesse eine bedeutende Rolle spielen. In einigen Studien sind die Handgelenksarthrose mit Übergewicht assoziiert, obwohl keine erhöhte mechanische Beanspruchung des Handgelenks bei Übergewichtigen im Vergleich zu Normalgewichtigen zu erwarten ist (Bagge et al., 1991; Stürmer et al., 2000; Sonne-Holm & Jacobsen, 2006; Dahaghin et al., 2007; Grotle et al., 2008).

Die mechanischen Anforderungen an das Kniegelenk sind enorm. So ist jedes Knie beim Stehen einem Druck von etwa 40% des Körpergewichtes ausgesetzt, während

der Druck beim Gehen auf das Zwei- bis Vierfache des Körpergewichts und beim Treppensteigen sogar auf das Sechsfache des Körpergewichts ansteigt (Andriacchi et al., 1980; Morrison, 1970). Während des Knieens wirken etwa Dreiviertel des Körpergewichts auf einen Bereich von wenigen Quadratzentimetern der Knorpelfläche von Tibia und Patella, was dann zu kleineren Mikrotraumen führen kann. Dahlkvist et al. (1982) fanden in ihrer Studie heraus, dass beim starken Beugen des Knies ein vertikaler Druck des 4,7 - 5,6-fachen Körpergewichts und ein horizontaler Druck des 2,9 - 3,5-fachen Körpergewichts auf das Kniegelenk einwirken. Sahlström et al. (1995) untersuchten in einem Labor zwölf gesunde Probanden bei verschiedenen Gangarten und Knieflexionen. Hierbei fanden sie heraus, dass ein sagittales Drehmoment des Kniegelenks von 15 Newtonmeter beim Normalgang sich auf 50 Newtonmeter beim Heben aus gebeugten Knien erhöht.

Heben und Tragen schwerer Lasten führen zu einer erhöhten Druckkraft auf Teile des Gelenkknorpels im Kniegelenk, so dass die pathophysiologische Vorstellung, dass eine langjährige und häufig wiederkehrende Druckerhöhung auf den Gelenkknorpel des Kniegelenks zu einer Degeneration des Gelenkknorpels und Ausbildung einer Gonarthrose führt, biologisch plausibel ist (Bolm-Audorff, 2002). Für diese biologische Plausibilität spricht auch, dass andere Faktoren, die zu einer Erhöhung der Druckkraft auf den Gelenkknorpel des Kniegelenks führen, beispielsweise der Zustand nach Meniskektomie (Greinemann, 1983; Cooper et al., 1994[a]) oder Adipositas (Hartz et al., 1986; Schouten et al., 1992; Manninen et al., 1996; Oliveria et al., 1999; Stürmer et al., 2000; Coggon et al., 2000), ebenfalls mit einem erhöhten Gonarthroserisiko verbunden sind. Die Dosis-Wirkungs-Beziehung zwischen dem Heben und Tragen schwerer Lasten und dem Gonarthroserisiko kann als erhöhte Belastung der Knorpel und des Kniegelenks insgesamt mit der Folge von chronischen Mikrotraumen im Gelenkknorpel, die dann in ihrer Summe zum Untergang von Knorpelgewebe führen, erklärt werden.

6.6. Konsistenz der Ergebnisse

Einen kurzen Überblick über die untersuchten Studien und die Schlussfolgerung bezüglich des Zusammenhangs zwischen Heben oder Tragen und der Entstehung

einer Gonarthrose gibt die Tabelle 22.

Tabelle 22: Ergebnisse der untersuchten Studien zum Zusammenhang zwischen dem Heben und Tragen schwerer Lasten und der Entstehung einer Gonarthrose

| Autor (Jahr) | Zusammenhang |
|---------------------------------|------------------------------------|
| Schlomka und Schröter (1953) | ja |
| Axt (1960) | ja |
| Wickström et al. (1983) | nein |
| Felson et al. (1991) | ja, mit Kniebelastung, signifikant |
| Schouten et al. (1992) | nein, nicht signifikant |
| Cooper et al. (1994) | ja, mit Kniebelastung, signifikant |
| Elsner et al. (1996) | nein, nicht signifikant |
| Sahlström und Montgomery (1997) | nein, nicht signifikant |
| McAlindon et al. (1999) | ja, signifikant |
| Coggon et al. (2000) | ja, mit Kniebelastung, signifikant |
| Lau et al. (2000) | ja, signifikant |
| Sandmark et al. (2000) | ja, signifikant |
| Seidler et al. (2001) | ja, nicht signifikant |
| Manninen et al. (2002) | nein, nicht signifikant |

Von den aufgezeigten vier Querschnittsstudien zeigen die methodisch besseren Studien eine erhöhte Prävalenz der Gonarthrose bei Exponierten (Schlomka & Schröter, 1953; Axt, 1960). In den oben untersuchten beiden Kohortenstudien lässt sich ebenfalls trotz methodischer Einwände ein positiver Zusammenhang zwischen dem Heben und Tragen schwerer Lasten und dem Gonarthroserisiko erkennen, insbesondere wenn eine Kombination aus Heben und Tragen und der kumulativen Tätigkeit im Knien angenommen wird. Von den untersuchten acht Fall-Kontroll-Studien zeigten drei keinen Zusammenhang zwischen dem Heben und Tragen von Lasten und dem Gonarthroserisiko (Elsner et al., 1996; Sahlström & Montgomery, 1997; Manninen et al., 2002). Diese Studien lieferten allesamt jedoch statistisch nicht signifikante Ergebnisse. Die restlichen fünf Studien konnten einen positiven Zusammenhang des Gonarthroserisikos mit der Belastung durch Heben und Tragen aufzeigen. (Cooper et al., 1994; Coggon et al., 2000; Lau et al., 2000; Sandmark et al., 2000; Seidler et al., 2001), immerhin zwei davon lieferten statistisch signifikante Ergebnisse (Lau et al., 2000; Sandmark et al., 2000). Die Studien von Cooper

et al. (1994) und Coggon et al. (2000) und konnten statistisch signifikant erhöhte Gonarthroserisiken für die kombinierte Belastung durch knieende Tätigkeiten und Heben und Tragen schwerer Lasten nachweisen. Obwohl diese Studien diesen Zusammenhang nachweisen, zeigen die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zum ersten Mal eine Dosis-Wirkungs-Beziehung des Zusammenhangs zwischen erhöhtem Gonarthroserisiko und der Kombination fürs Knien/Hocken oder Fersensitz und dem Heben und Tragen von schweren Lasten (OR = 7,9; CI 2,0-31,5). Auch in Bezug auf das kumulative Heben und Tragen alleine zeigen die vorliegenden Ergebnisse statistisch signifikante Ergebnisse sowie eine positive Dosis-Wirkungs-Beziehung. Das Ganze ergibt medizinisch einen Sinn, da die Überlegung, dass eine immer wiederkehrende Überbeanspruchung des Gelenkknorpels durch das Heben und Tragen schwerer Lasten einen chronischen Schaden verursacht und somit die Entstehung einer Arthrose im Kniegelenk begünstigt.

Zusammenfassend kann man sagen, dass die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit mit den Hinweisen aus der Literatur übereinstimmen, das Ganze einen medizinischen Sinn ergibt und somit ein kausaler Zusammenhang zwischen einer Belastung durch Heben und Tragen schwerer Lasten und der Entstehung einer Gonarthrose anzunehmen ist.

7. Methodendiskussion

Im folgenden soll die Methodik der vorliegenden Arbeit näher betrachtet werden.

7.1. Selection bias

Die geringe Teilnahmerate der Fallgruppe (61,33% siehe Tabelle 4) und der Kontrollgruppe (55,05% siehe Tabelle 5) könnte zu einem selection bias geführt haben. Um diese Möglichkeit zu überprüfen, wurden die Verweigerer beider Gruppen telefonisch nach dem am längsten ausgeübten Beruf gefragt, 20% der Verweigerer aus der Fallgruppe (n=38) sowie 24% der Verweigerer aus der Kontrollgruppe (n=63)

gaben Auskunft über den längsten ausgeübten Beruf. Der Anteil der „Blue-Collar-Worker“ unter den Verweigerern der Fallgruppe war im Vergleich zum Anteil der „Blue-Collar-Worker“ in den Teilnehmern der Fallgruppe geringfügig höher. Dasselbe zeigte sich auch im Vergleich der Verweigerer der Kontrollgruppe und den Teilnehmern der Kontrollgruppe. Diese Information kann als Hinweis darauf gedeutet werden, dass ein eventuell aufgetretener selection bias sich wieder aufgehoben hätte, da eine Verzerrung in dieselbe Richtung sowohl in der Kontroll- als auch in der Fallgruppe stattfand. Insgesamt sollte dies aber aufgrund der geringen Repräsentanz nicht überbewertet werden.

Ziel der durchgeführten Studie war es, eine möglichst repräsentative Gruppe für alle Fälle mit einer repräsentativen Probe aus der allgemeinen Bevölkerung im selben Studiengebiet zu vergleichen. Zunächst soll überlegt werden, ob die Kontrollgruppe repräsentativ war. Hier muss festgestellt werden, dass die Verweigerer im Schnitt drei Jahre jünger waren als die Teilnehmer (siehe Tabelle 13 und 9), so dass das durchschnittliche Alter in der Kontrollgruppe nach oben hin verzerrt ist. Da jedoch in der Endauswertung fürs Alter adjustiert wurde, sollte dieser Effekt keine Rolle spielen.

Die repräsentative Stichprobe der Bevölkerung hatte in der Frankfurter Bevölkerung einen Ausländeranteil von 33,33%. In der endgültigen Kontrollgruppe beträgt der Ausländeranteil bei den Frankfurter Teilnehmern 19,35% und liegt damit deutlich niedriger. Der Ausländeranteil in der Kontrollgruppe bei den Offenbacher Teilnehmern beträgt 22,86%, während die Stichprobe einen Ausländeranteil von 36,59% hatte. Der Landkreis Offenbach hatte in der Stichprobe einen Ausländeranteil von 14,34%, während in der Kontrollgruppe dieser Anteil mit 5,66% deutlich darunter liegt. In der Gesamtheit sind die Ausländer in der Kontrollgruppe unterrepräsentiert mit 15,29% (siehe Tabelle 23) gegenüber 27,73%, die zu erwarten war. In der Fallgruppe ist der Ausländeranteil mit 9,15% ebenfalls geringer als in der Gesamtpopulation.

Der Anteil der Ausländer ist in der Stichprobe bekannt und sollte in der Kontrollgruppe annähernd gleich sein. In der Kontrollgruppe ist der Ausländeranteil jedoch deutlich unterrepräsentiert (siehe Tabelle 23). Dies weist auf eine erhebliche Selektion hin. Es ist hinlänglich bekannt, dass Ausländer eher in körperlich belastenden

Tabelle 23: Ausländeranteil in der Studie

| | Kontrollgruppe | Fallgruppe | Stichprobe |
|-------------------------|----------------|--------------|---------------|
| Stadt Frankfurt am Main | 19,35% | 12,4% | 33,33% |
| Stadt Offenbach am Main | 22,86% | 9,5% | 36,59% |
| Landkreis Offenbach | 5,66% | 5,6% | 14,34% |
| Gesamt | 15,29% | 9,15% | 27,73% |

Berufen arbeiten als Deutsche (siehe Abbildung 15)(Knobel & Schmid, 2005).

Dies würde bei den Ergebnissen zu einer Überschätzung des Gonarthroserisikos beim Heben und Tragen schwerer Lasten führen, da in der Kontrollgruppe die körperlich schwer arbeitenden Arbeitnehmer fehlen würden. Anzumerken ist jedoch, dass in der Fallgruppe die Ausländer noch deutlicher unterrepräsentiert sind als in der Kontrollgruppe. Wir wissen aber, dass unter den Verweigerern der Kontrollgruppe fast drei Viertel Ausländer waren, so dass bezüglich der Verweigerer in der Fallgruppe nur spekuliert werden kann, dass sie ebenfalls überdurchschnittlich nicht an der Studie teilgenommen haben. Genauer kann jedoch mangels fehlender Daten über die Verweigerer bei der Fallgruppe nicht gesagt werden. Wir wissen nämlich nicht, wie hoch der Anteil der Ausländer in der Fallgruppe tatsächlich sein müsste. Hier kann nur vermutet werden, dass die Ausländer unterrepräsentiert sind, weil diese nicht so häufig zum Arzt gehen und erst recht keine Röntgenbilder anfertigen lassen. Bezüglich der Repräsentativität der Kontrollgruppe kann gesagt werden, dass diese nicht die allgemeine Bevölkerung widerspiegelt. Ein womöglicher selection bias würde aber aufgrund vermuteter gleichgerichteter Verzerrung in der Fallgruppe die Risikoabschätzungen nicht wesentlich beeinflussen.

Beim Vergleich der Wohnortverteilung der Probanden erkennt man einen deutlichen Mehranteil an Offenbachern zu Frankfurtern. Der Grossteil der Fälle und der Kontrollen stammt aus Frankfurt am Main, gefolgt vom Landkreis Offenbach und der Stadt Offenbach am Main. Die genaue Wohnortverteilung ist aus der Tabelle 24 und der Abbildung 16 zu entnehmen.

Die Ergebnisse nach den prozentualen Anteilen ist in der Abbildung 16 dargestellt.

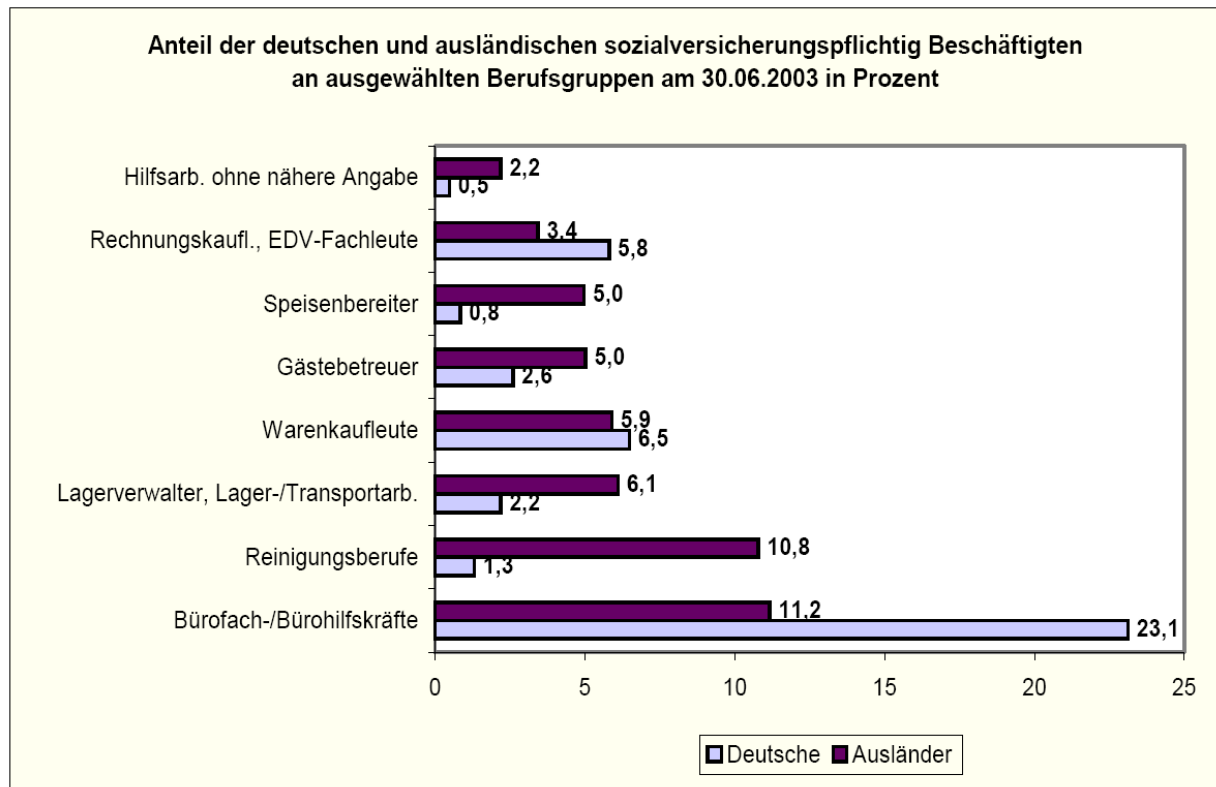


Abbildung 15: Ausländeranteil an sozialversicherungspflichtig Beschäftigten im Rhein-Main-Gebiet (Knobel und Schmid, 2005)

Tabelle 24: Wohnortverteilung der Probanden

| Probanden | Wohnort | Häufigkeit | Anteil |
|------------|-------------------------|------------|--------|
| Kontrollen | Stadt Frankfurt am Main | 186 | 56,90% |
| | Stadt Offenbach am Main | 35 | 10,70% |
| | Landkreis Offenbach | 106 | 32,40% |
| | Gesamt | 327 | 100% |
| Fälle | Stadt Frankfurt am Main | 129 | 43,73% |
| | Stadt Offenbach am Main | 42 | 14,24% |
| | Landkreis Offenbach | 124 | 42,03% |
| | Gesamt | 295 | 100% |

Man sieht deutlich, dass mehr Fälle aus der Region Stadt und Landkreis Offenbach stammen als aus Frankfurt.

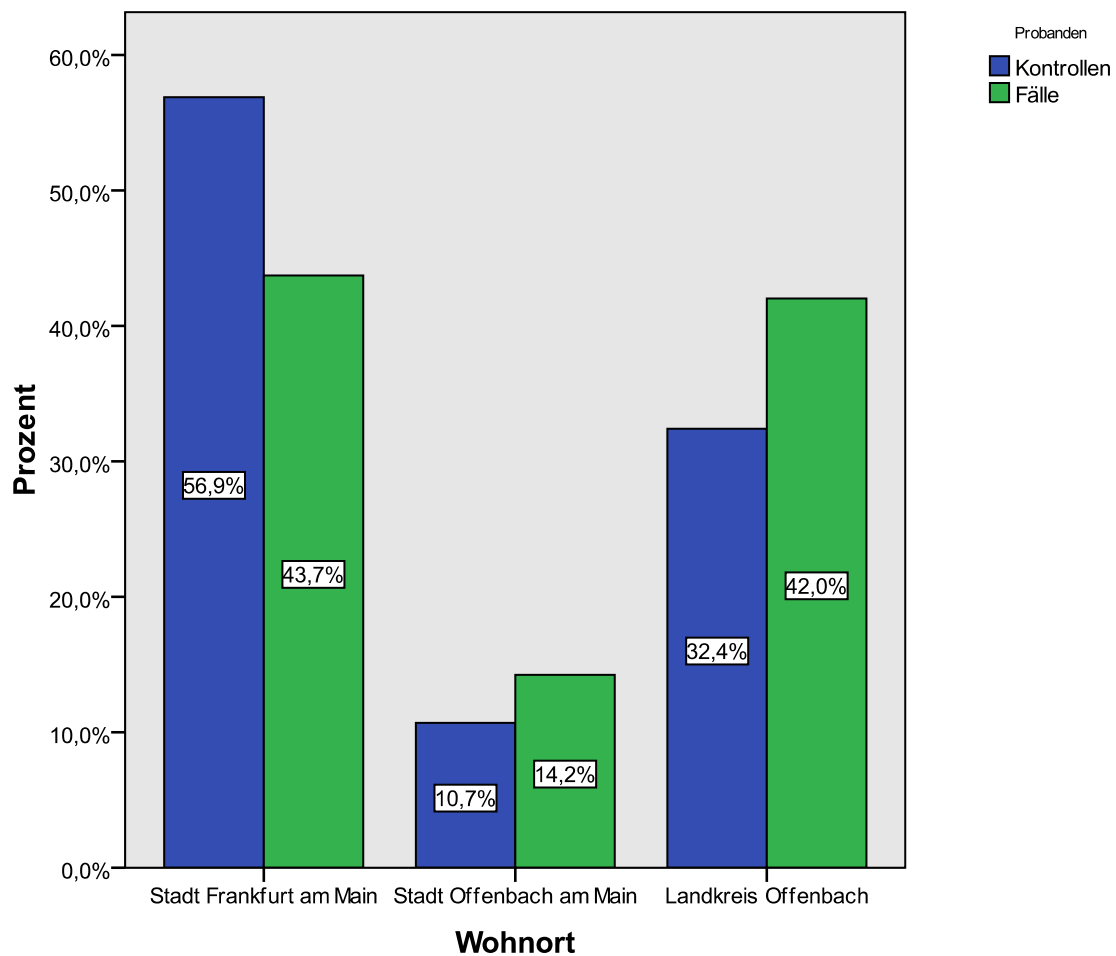


Abbildung 16: Wohnortverteilung der Probanden

Die Region Offenbach hat einen höheren Arbeiteranteil als die Stadt Frankfurt am Main. Erwerbstätige in der Land- und Forstwirtschaft und Fischerei sind in der Tabelle 25 mit den im produzierenden Gewerbe Tätigen als Arbeiter zusammengefasst. Beschäftigte in Dienstleistungsunternehmen sind als Angestellte dargestellt.

Die oben dargestellten Sachverhalte sollten nicht als Hinweis auf einen selection bias verstanden werden, sondern unterstützen die These, dass das Arbeiten in körperlich schwer belastenden Berufen (Arbeiter) vermehrt zu einer Gonarthrose

Tabelle 25: Anteil der Erwerbstätigen nach Branche nach Hessisches Statistisches Landesamt im Jahr 2004

| Gemeinde | Gesamt | Arbeiter | Angestellte |
|-------------------------|--------|----------|-------------|
| Stadt Frankfurt am Main | 588000 | 12,3% | 87,7% |
| Stadt Offenbach am Main | 63500 | 23,7% | 76,3% |
| Landkreis Offenbach | 149800 | 24,9% | 75,1% |

führt. Wenn wir nämlich annehmen, dass körperlich schwere Tätigkeit zu einer Gonarthrose führt, ist es nicht verwunderlich, dass in der Fallgruppe mehr Offenbacher vertreten sind als in der Kontrollgruppe.

Bei näherer Betrachtung des Bildungsstatus der Probanden fällt auf, dass in der Fallgruppe relativ wenige Abiturienten vertreten sind und die Fälle hauptsächlich einen Hauptschul- oder Volksschulabschluss haben, während ein überwiegender Teil der Kontrollpersonen die Hochschulreife besitzt (siehe Tabelle 26 und Abbildung 17). Dass in der Fallgruppe der Anteil an Hauptschulabsolventen mehr als doppelt so groß ist wie in der Kontrollgruppe, kann als weiterer Beleg für die obige Überlegung gesehen werden. Bekanntermassen arbeiten Hauptschulabsolventen eher in körperlich anstrengenden Tätigkeiten als Abiturienten, somit ist es ebenfalls nicht verwunderlich, dass in der Fallgruppe der Anteil der Hauptschulabsolventen höher ist als in der Kontrollgruppe. Es ist daher nicht erstaunlich, wenn Heben und Tragen schwerer Lasten mit der Entstehung einer Gonarthrose assoziiert ist, dass die Fälle häufiger einen Hauptschulabschluss haben als die Kontrollpersonen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass ein selection bias mit endgültiger Sicherheit nicht ausgeschlossen ist. Die Daten weisen jedoch insgesamt auf eine nicht näher zu eruierende Verzerrung hin. Welche Rolle dieser Effekt auf die Risikoabschätzung spielt, kann nicht genau gesagt werden. Man muss jedoch annehmen, dass keine wesentliche Beeinflussung der Ergebnisse stattgefunden hat.

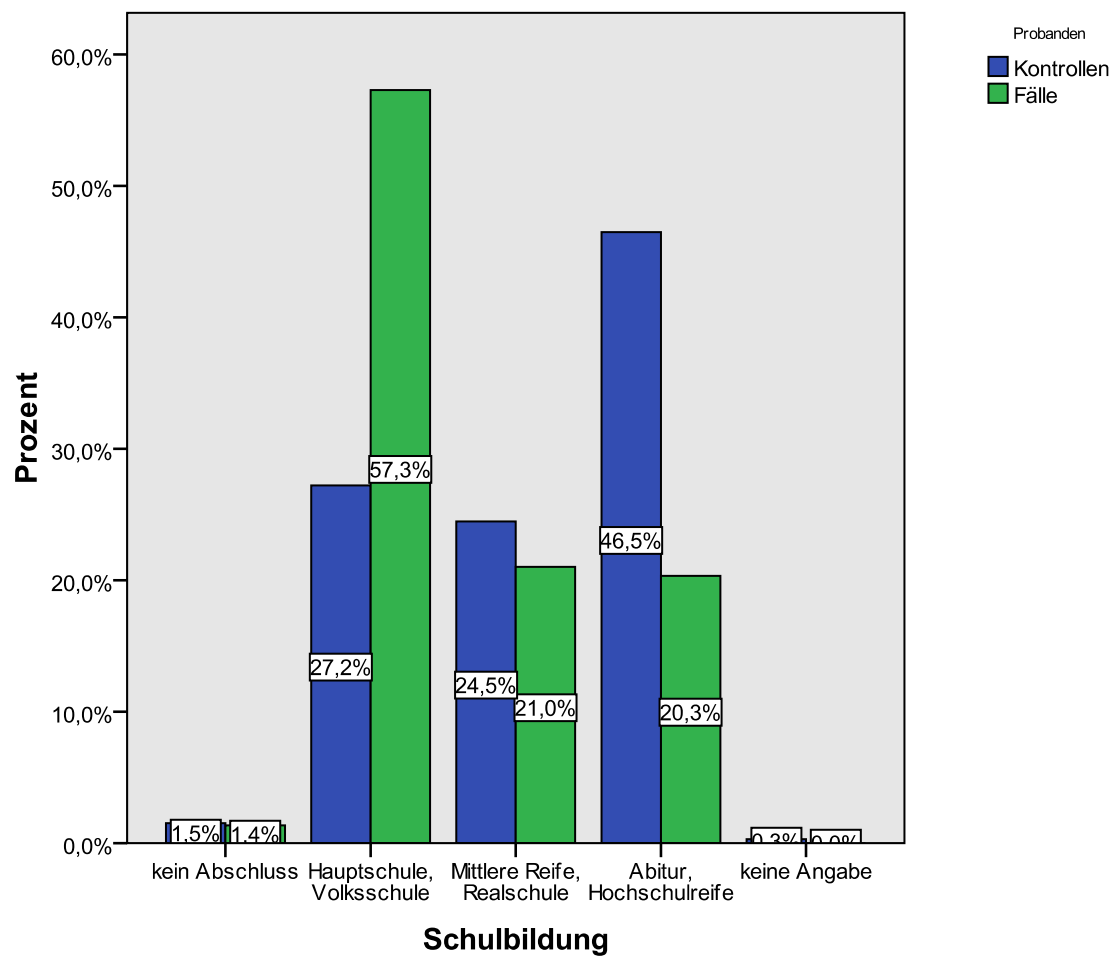


Abbildung 17: Schulbildung der Probanden in Prozent in der jeweiligen Gruppe

Tabelle 26: Schulbildung

| Probanden | Schulabschluss | Häufigkeit | Anteil |
|------------------|------------------------------------|-------------------|---------------|
| Kontrollen | Abitur, Hochschulreife | 152 | 46,5% |
| | Realschulabschluss, Mittlere Reife | 80 | 24,5% |
| | Hauptschulabschluss, Volksschule | 89 | 27,2% |
| | kein Abschluss | 5 | 1,5% |
| | keine Angabe | 1 | 0,3% |
| | Gesamt | 327 | 100% |
| Fälle | Abitur, Hochschulreife | 60 | 20,3% |
| | Realschulabschluss, Mittlere Reife | 62 | 21,0% |
| | Hauptschulabschluss, Volksschule | 169 | 57,3% |
| | kein Abschluss | 4 | 1,4% |
| | keine Angabe | 0 | 0% |
| | Gesamt | 295 | 100% |

7.2. Recall bias

Verschiedene Studien haben zu dem Ergebnis geführt, dass Dosisabschätzungen bei körperlichen Belastungen, die auf Eigenangaben beruhen, Beobachtungen durch Dritte und Dokumentation der Belastungen nicht valide ersetzen können (Kumar, 1993; Fritschi et al., 1996; Wiktorin et al., 1996; Beek & Frings-Dresen, 1998). Die Dosisabschätzung in der vorliegenden Arbeit basiert - ebenso wie bei vielen anderen Fall-Kontroll-Studien - auf den Eigenangaben der Probanden zur Höhe und Dauer ihrer beruflichen Belastungen. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Fälle ihre Belastungen systematisch höher eingestuft haben als die Kontrollpersonen (im Sinne eines differentiellen „recall bias“). Viikari-Juntura et al. (1996) verglichen die Eigenangaben von 36 Männern in der Forstwirtschaft und die Daten aus Beobachtung und Analyse durch Dritte. Dabei stellten sie fest, dass die Eigenangaben zu den Daten der Beobachtung einen Spearman Rank Korrelationskoeffizienten von 0,49 für die Häufigkeit von Heben und Tragen von Lasten von 6-15kg aufwiesen. Bei Personen, die keine Schmerzen hatten, war dieser Koeffizient besser als bei den Personen ohne Schmerzen und zeigte somit eine bessere Korrelation. Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass Personen, die keine Schmerzen haben, realistischere

Angaben zu den Lasthandhabungen machen als Personen mit Schmerzen. Wiktorin et al. (1993) kamen in ihrer Studie zu dem Schluss, dass muskuloskelettale Beschwerden zu einem differentiellen bias in Eigenangaben zum Heben und Tragen von Lasten führen. Zusammenfassend würde der differentielle recall bias zu einer Überschätzung des mit einer bestimmten Belastungshöhe verbundenen Risikos führen. Andererseits kann auch eine systematische Überschätzung der kumulativen Dauer von Heben und Tragen schwerer Lasten durch alle Probanden — Fälle wie Kontrollpersonen — nicht ausgeschlossen werden. Dies würde zum Aufheben des recall bias führen und somit weder zu einer Unterschätzung noch zu einer Überschätzung des mit einer bestimmten Belastungshöhe verbundenen Risikos führen.

Der endgültige Effekt eines potentiellen „recall bias“ auf die Risikoberechnungen kann nicht sicher abgeschätzt werden. Mit Sicherheit kann jedoch gesagt werden, dass dieser „recall bias“ bei den Angaben zum ausgeübten Beruf nicht auftritt. Analysiert man die Daten aus der Arbeit und untersucht die Risikoabschätzungen für die einzelnen Berufe, so stellt man fest, dass Berufe (z.B. Metallarbeiter, Bergbauer, Fliesenleger), bei denen hohe körperliche Belastungen im Sinne von Knien/Hocken oder Fersensitz sowie Heben und Tragen schwerer Lasten auftreten, mit einem erhöhten Gonarthrosrisiko verbunden sind (siehe Tabelle 27). Vergleicht man z.B. die Gruppe der „Blue-Collar-Worker“, also Arbeiter, die nicht in Dienstleistungsberufen tätig sind, mit der „White-Collar-Worker-Gruppe“, also Angestellten in Dienstleistungsberufen, findet man eine signifikant erhöhte OR für die „Blue-Collar-Worker-Gruppe“ von 2,3 (CI 1,5-3,5) (Seidler et al., 2008). Dieses Ergebnis kann nicht durch einen recall bias verzerrt sein.

Tabelle 27: Gonarthrosrisiko (OR) für ausgewählte Berufe mit Tätigkeiten über zehn Jahre im angegebenen Beruf

| Beruf | F | % | K | % | Adj. (95%-CI) | OR* |
|--------------------------------|----|------|----|-----|------------------------|-----|
| Landwirte und Bergbauer | 5 | 1,7 | 3 | 0,9 | 2,0 (0,4-13,0) | |
| Chemiearbeiter | 14 | 4,7 | 3 | 0,9 | 16,1 (3,1-84,8) | |
| Metallarbeiter | 39 | 13,2 | 25 | 7,6 | 3,0 (1,5-6,2) | |
| Lagerarbeiter | 17 | 5,8 | 8 | 2,4 | 4,3 (1,6-11,7) | |
| Holzarbeiter | 7 | 2,4 | 3 | 0,9 | 5,7 (1,2-28,0) | |

* Adjustiert für Alter, Region, BMI, Jogging/Leichtathletik

7.3. Interviewer bias und Fehlklassifikation

In der vorliegenden Studie unterschied sich das Verhältnis interviewter Fälle zu interviewten Kontrollpersonen zwischen den einzelnen Interviewer/innen teilweise erheblich (siehe Tabelle 28). Dies könnte im Sinne eines Interviewer bias Einfluss auf die Ergebnisse haben. Allerdings hatte eine Adjustierung für den jeweiligen Interviewer keinen substanziellen Einfluss auf die Ergebnisse. Somit kann eine nennenswerte Verzerrung der Ergebnisse durch einen Interviewer bias ausgeschlossen werden.

Tabelle 28: Aufteilung der in den Ergebnissen berücksichtigten Interviews nach Interviewer/innen

| Interviewer | interviewte Fälle | Anteil an Fällen | interviewte Kontrollen | Anteil an Kontrollen |
|--------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| Autor | 109 | 36,95 | 51 | 15,60% |
| Dimitrios Bechtsis | 73 | 24,75 | 54 | 16,51% |
| Monika Büchner | 2 | 0,68 | 107 | 32,72% |
| Leif Reefschläger | 53 | 17,97 | 32 | 9,79% |
| Sebastian Ridder | 56 | 18,97 | 52 | 15,90% |
| Ilias Vrezas | 2 | 0,68 | 21 | 6,42% |
| Sonstige | 0 | 0 | 10 | 3,06% |
| Gesamt | 295 | 100% | 327 | 100% |

Eine Fehlklassifikation ist bei den Fällen nicht zu erwarten, da die Gonarthrose durch die klinischen Symptome und Zweitbegutachtung der Röntgenbilder gesichert wurde. Bei den Kontrollpersonen fehlt jedoch diese Überprüfung und Personen, die eine Gonarthrose haben, könnten auch zu einem gewissen Anteil in der Kontrollgruppe vertreten sein. Der Ausschluss einer Gonarthrose mittels Röntgenbildern bei den Kontrollpersonen kann aufgrund ethischer sowie strahlenschutzrechtlicher Bedenken nicht durchgeführt werden. Eine angenommene Prävalenz der Gonarthrose von 10% in der Bevölkerung bei über 55-Jährigen (Peat et al., 2001) würde tendenziell jedoch eher zu einer Unterschätzung des Gonarthroserisikos führen.

Kniegelenkstraumen, die zu einem Meniskusschaden führen, begünstigen ebenfalls eine Gonarthrose, da die Belastungen, die auf das Tibiaplateau einwirken, größtenteils durch die Menisken aufgefangen werden. Aufgrund der unzureichenden Daten, die in diesem Zusammenhang in dieser Arbeit nicht hinreichend erhoben werden konnten, kann der Einfluss dieser Störvariable auf die Ergebnisse nicht sicher eingeschätzt werden. Dies könnte sicherlich als ein berechtigterweise nicht zu vernachlässigender kritischer Punkt zur gesamten Arbeit aufgeführt werden. Eventuell kann der Einfluss zu einem späteren Zeitpunkt überprüft werden.

Als kritische Einwendungen, die gegen die Ergebnisse zu erheben sind, sind die üblichen, die sich gegen die Methode einer Fall-Kontroll-Studie anführen lassen: Die Expositionsdaten wurden durch Befragung der Probanden gewonnen, und es besteht der Verdacht, dass gerade erkrankte Personen die Belastungen der Vergangenheit überschätzen. Auch wenn dieser Einwand berechtigt ist, ist jedoch kein Anlass dafür gegeben, dass die Risikoabschätzungen überschätzt sind, da sich für Berufe, die mit schwerem Heben und Tragen von schweren Lasten verbunden sind (z.B. Metallarbeiter, Lagerarbeiter), ebenfalls erhöhte signifikante Gonarthrosrisiken finden lassen, obwohl hier nur der Berufsstatus als Expositionsvariable herangezogen wurde. Ein selection bias lässt sich ebenfalls nicht sicher ausschliessen, die Untersuchung der Fall- und der Kontrollgruppe zeigt jedoch, wenn solch ein bias aufgetreten sein sollte, dessen Einfluss auf die Risikoabschätzungen eher als gering einzustufen wäre. Im Endergebnis kann gesagt werden, dass ein kausaler Zusammenhang zwischen dem Heben und Tragen schwerer Lasten im Beruf und der Entstehung einer Gonarthrose besteht.

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde in einer Fall-Kontroll-Studie mit 295 Fällen und 327 Kontrollen das Gonarthroserisiko beim Heben und Tragen schwerer Lasten im Beruf untersucht. Dabei ergab sich eine statistisch signifikante Risikoerhöhung durch das kumulative Heben und Tragen schwerer Lasten. Ebenso ergab sich eine statistisch signifikante Risikoerhöhung durch die kumulative Dauer von Tätigkeiten im Knien/Hocken oder Fersensitz in Kombination mit dem kumulativen Heben und Tragen schwerer Lasten. Eine Dosis-Wirkungs-Beziehung war nachzuweisen, was für eine kausale Verknüpfung der Ereignisse spricht.

Neben den beruflichen kniebelastenden Tätigkeiten und dem Heben und Tragen von Lasten während des Berufes gibt es andere Faktoren, die die Entstehung einer Gonarthrose begünstigen. Vor allem ist eine Adipositas geeignet, den Verschleiss des Kniegelenks zu fördern. Auch die Ergebnisse dieser Arbeit verweisen darauf, dass erhöhte BMI-Werte mit einem erhöhten Gonarthroserisiko assoziiert sind. Die Daten wurden deshalb für den BMI adjustiert. Bestimmte sportliche Tätigkeiten gehen mit einem erhöhten Verschleiss der Kniegelenke einher. Die Ergebnisse gaben diskrete Hinweise darauf, dass das Joggen oder die Leichtathletik den Kniegelenksverschleiss begünstigen. Deshalb wurden die Daten hinsichtlich dieser Ergebnisse adjustiert, und diese sportlichen Belastungen wurden als Störvariablen, confounder, behandelt.

Die Ergebnisse stehen im Einklang mit Ergebnissen aus früheren Studien, die ebenfalls eine Risikoerhöhung für die Entstehung einer Gonarthrose beim Heben und Tragen von Lasten beschrieben. Eine genaue Dosis wurde in der Literatur bisher nicht angegeben, ab wann das Gonarthroserisiko erhöht ist. In der vorliegenden Arbeit konnte jedoch ein doppeltes Gonarthroserisiko bereits ab einem kumulativen Heben und Tragen von schweren Lasten im gesamten Berufsleben von über 5120kg*h aufgezeigt werden. Das Gonarthroserisiko erhöht sich, je höher die Exposition gegenüber Heben und Tragen schwerer Lasten ist. Bei der Kombination von der kumulativen Dauer von Tätigkeiten im Knien/Hocken oder Fersensitz zwischen 4757 - <10800 Stunden oder dem kumulativen Heben und Tragen von schweren

Lasten zwischen 5120 - <37000 kg*h konnte ein mehr als doppeltes Gonarthroserisiko dargestellt werden. Auch hier ist die Zunahme der Belastung mit einer Zunahme des Gonarthroserisikos assoziiert. Die vorliegende Arbeit liefert die Evidenz für die Annahme eines erhöhten Gonarthroserisikos beim Heben und Tragen schwerer Lasten.

Summary

With the work at hand the risk of knee osteoarthritis (OA) was examined in a case control study with 295 cases and 327 controls while lifting and carrying heavy loads at work. A statistically significant higher risk arose by cumulative lifting and the carrying of heavy loads. Also a statistically significant higher risk arose by the cumulative duration of activities in the knee / squat or heel position in combination with cumulative lifting and carrying of heavy loads. A dose-response relationship was proven indicating a causal linking of the events.

Besides the occupational strain for the knees and the lifting and carrying of loads during work there are the other factors which favour the genesis of a knee OA. Above all obesity is likely to increase the wearing of the knee joints. Also the results of this work refer to the fact that raised BMI values are associated with a raised risk for knee OA. The data was therefore adjusted for the BMI. Some sports activities can cause a higher risk for wearing of the knee joints. The results show that jogging or athletics can increase the wearing of the knee joints. The data was therefore adjusted accordingly and the strain of the sport was treated as a confounding variable.

The results are in accordance with results from former studies which also described a higher risk for the genesis of a knee OA while lifting and carrying heavy loads. An exact dose with respect to this higher risk is not yet mentioned in the literature. In the text at hand a double risk of knee OA from cumulative lifting and carrying of heavy loads during working life of more than 5120kg*h could be established. The risk of knee OA increases, the higher the exposure towards lifting and carrying of heavy loads is. More than double of the risk for knee OA could be shown with the combination of the cumulative duration of activities in the knee / squat or heel position between 4757 -<10800 hours or cumulative lifting and carrying of heavy loads between 5120 -<37000 kg*h. The increase of the strain is also associated with an increase of the risk for knee OA. The text at hand provides the evidence for the assumption that lifting and carrying of heavy loads increases the risk for knee OA.

Literatur

- Adams, M. E., Matyas, J. R., Huang, D. & Dourado, G. S. (1995). Expression of proteoglycans and collagen in the hypertrophic phase of experimental osteoarthritis. *J Rheumatol Suppl*, 43, 94–97.
- Ahlbäck, S. (1968). Osteoarthrosis of the knee. A radiographic investigation. *Acta Radiol Diagn (Stockh), Suppl* 277, 7–72.
- Anderson, J. J. & Felson, D. T. (1988). Factors associated with osteoarthritis of the knee in the first national Health and Nutrition Examination Survey (HANES I). Evidence for an association with overweight, race, and physical demands of work. *Am J Epidemiol*, 128, 179–189.
- Andriacchi, T. P., Andersson, G. B., Fermier, R. W., Stern, D. & Galante, J. O. (1980). A study of lower-limb mechanics during stair-climbing. *J Bone Joint Surg Am*, 62, 749–757.
- Axt, C. (1960). Bewirkt Schwerarbeit vermehrte Verschleißerscheinungen am Haltungs- und Bewegungsapparat. *Z Orthop Ihre Grenzgeb*, 92, 402–410.
- Bagge, E., Bjelle, A., Edén, S. & Svanborg, A. (1991). Factors associated with radiographic osteoarthritis: results from the population study 70-year-old people in Göteborg. *J Rheumatol*, 18, 1218–1222.
- Bagge, E., Bjelle, A. & Svanborg, A. (1992). Radiographic osteoarthritis in the elderly. A cohort comparison and a longitudinal study of the "70-year old people in Göteborg". *Clin Rheumatol*, 11, 486–491.
- Baumgartl, F. (1966). Anatomical and clinical importance of the femoropatellar joint. *Zentralbl Chir*, 91, 506–516.
- Beek, A. J. van der & Frings-Dresen, M. H. (1998). Assessment of mechanical exposure in ergonomic epidemiology. *Occup Environ Med*, 55, 291–299.

- Bergström, G., Bjelle, A., Sorensen, L. B., Sundh, V. & Svanborg, A. (1986). Prevalence of rheumatoid arthritis, osteoarthritis, chondrocalcinosis and gouty arthritis at age 79. *J Rheumatol*, 13, 527–534.
- Bolm-Audorff, U. (2002). 18. Duisburger Gutachtenkolloquium, Neue physikalische Berufskrankheiten. In *Neue physikalische Berufskrankheiten* (S. 25–29). Landesverband Rheinland-Westfalen der Gewerblichen Berufsgenossenschaften Düsseldorf.
- Bolm-Audorff, U. (2003). Neue physikalische Berufskrankheiten Die Gonarthrose 2003. *Landesverband Rheinland-Westfalen der gewerblichen Berufsgenossenschaften (Hg.): 18. Duisburger Gutachten-Kolloquium Berufskrankheiten-Teil 5. Dezember 2002 Düsseldorf*, 22–62.
- Coggon, D., Croft, P., Kellingray, S., Barrett, D., McLaren, M. & Cooper, C. (2000). Occupational physical activities and osteoarthritis of the knee. *Arthritis Rheum*, 43, 1443–1449.
- Cooper, C., McAlindon, T., Coggon, D., Egger, P. & Dieppe, P. (1994). Occupational activity and osteoarthritis of the knee. *Ann Rheum Dis*, 53, 90–93.
- Cooper, C., McAlindon, T., Snow, S., Vines, K., Young, P., Kirwan, J. & Dieppe, P. (1994[a]). Mechanical and constitutional risk factors for symptomatic knee osteoarthritis: differences between medial tibiofemoral and patellofemoral disease. *J Rheumatol*, 21, 307–313.
- Cooper, C., Snow, S., McAlindon, T. E., Kellingray, S., Stuart, B., Coggon, D. & Dieppe, P. A. (2000). Risk factors for the incidence and progression of radiographic knee osteoarthritis. *Arthritis Rheum*, 43, 995–1000.
- Creamer, P. & Hochberg, M. C. (1997). Osteoarthritis. *Lancet*, 350, 503–508.
- Cunningham, L. S. & Kelsey, J. L. (1984). Epidemiology of musculoskeletal impairments and associated disability. *Am J Public Health*, 74, 574–579.

- Dahaghin, S., Bierma-Zeinstra, S. M. A., Koes, B. W., Hazes, J. M. W. & Pols, H. A. P. (2007). Do metabolic factors add to the effect of overweight on hand osteoarthritis? The Rotterdam Study. *Ann Rheum Dis*, *66*, 916–920.
- Dahlkvist, N. J., Mayo, P. & Seedhom, B. B. (1982). Forces during squatting and rising from a deep squat. *Eng Med*, *11*, 69–76.
- Deacon, A., Bennell, K., Kiss, Z. S., Crossley, K. & Brukner, P. (1997). Osteoarthritis of the knee in retired, elite Australian Rules footballers. *Med J Aust*, *166*, 187–190.
- Debrunner, M. (1994). *Orthopädie, orthopädische Chirurgie*. Bern: Huber-Verlag.
- Drawer, S. & Fuller, C. W. (2001). Propensity for osteoarthritis and lower limb joint pain in retired professional soccer players. *Br J Sports Med*, *35*, 402–408.
- Elsner, G., Nienhaus, A. & Beck, W. (1996). Kniegelenksarthrose und arbeitsbedingte Faktoren. *Soz Präventivmed*, *41*, 98–106.
- Evans, A. S. (1976). Causation and disease: the Henle-Koch postulates revisited. *Yale J Biol Med*, *49*, 175–195.
- Eyre, D. R., McDevitt, C. A., Billingham, M. E. & Muir, H. (1980). Biosynthesis of collagen and other matrix proteins by articular cartilage in experimental osteoarthrosis. *Biochem J*, *188*, 823–837.
- Felson, D. T. (1988). Epidemiology of hip and knee osteoarthritis. *Epidemiol Rev*, *10*, 1–28.
- Felson, D. T., Hannan, M. T., Naimark, A., Berkeley, J., Gordon, G., Wilson, P. W. & Anderson, J. (1991). Occupational physical demands, knee bending, and knee osteoarthritis: results from the Framingham Study. *J Rheumatol*, *18*, 1587–1592.
- Felson, D. T., Zhang, Y., Anthony, J. M., Naimark, A. & Anderson, J. J. (1992).

- Weight loss reduces the risk for symptomatic knee osteoarthritis in women. The Framingham Study. *Ann Intern Med*, 116, 535–539.
- Fritschi, L., Siemiatycki, J. & Richardson, L. (1996). Self-assessed versus expert-assessed occupational exposures. *Am J Epidemiol*, 144, 521–527.
- Gelber, A. C., Hochberg, M. C., Mead, L. A., Wang, N. Y., Wigley, F. M. & Klag, M. J. (2000). Joint injury in young adults and risk for subsequent knee and hip osteoarthritis. *Ann Intern Med*, 133, 321–328.
- Gillquist, J. & Messner, K. (1999). Anterior cruciate ligament reconstruction and the long-term incidence of gonarthrosis. *Sports Med*, 27, 143–156.
- Günther, K. P., Puhl, W., Brenner, H. & Stürmer, T. (2002). Klinische Epidemiologie von Hüft- und Kniegelenkarthrosen: Eine Übersicht über Ergebnisse der Ulmer Osteoarthrose-Studie". *Z Rheumatol*, 61, 244–249.
- Günther, K. P., Stürmer, T., Sauerland, S., Zeissig, I., Sun, Y., Kessler, S., Scharf, H. P., Brenner, H. & Puhl, W. (1998). Prevalence of generalised osteoarthritis in patients with advanced hip and knee osteoarthritis: the Ulm Osteoarthritis Study. *Ann Rheum Dis*, 57, 717–723.
- Greinemann, H. (1983). *Prädestinieren Kniescheibenhochstand, Knie- und Kniescheibenfehlformen sowie Beinachsenfehlstellungen bei kniebelasteten Berufen zu vorzeitigen Verschleißschäden?* Bremerhaven, Wirtschaftsverlag: Bundesanstalt für Arbeitsschutz.
- Greinemann, H. (1988). Argumente gegen die Anerkennung von Kniegelenkarthrosen nach Berufsbelastung als Berufskrankheit. *Unfallchirurg*, 91, 374–380.
- Grotle, M., Hagen, K. B., Natvig, B., Dahl, F. A. & Kvien, T. K. (2008). Obesity and osteoarthritis in knee, hip and/or hand: an epidemiological study in the general population with 10 years follow-up. *BMC Musculoskelet Disord*, 9, 132.

- Grushko, G., Schneiderman, R. & Maroudas, A. (1989). Some biochemical and biophysical parameters for the study of the pathogenesis of osteoarthritis: a comparison between the processes of ageing and degeneration in human hip cartilage. *Connect Tissue Res*, 19, 149–176.
- Hackenbroch, M. (1992). *Praxis der Orthopädie 2. Aufl.* Georg Thieme Verlag Stuttgart.
- Hannan, M. T., Felson, D. T. & Pincus, T. (2000). Analysis of the discordance between radiographic changes and knee pain in osteoarthritis of the knee. *J Rheumatol*, 27, 1513–1517.
- Hartmann, B. & Seidel, D. (2003). Das Kniegelenk unter den körperlichen Belastungen der Bauwirtschaft. *Zbl Arbeitsmed*, 53, 428–441.
- Hartz, A. J., Fischer, M. E., Bril, G., Kelber, S., Rupley, D., Oken, B. & Rimm, A. A. (1986). The association of obesity with joint pain and osteoarthritis in the HANES data. *J Chronic Dis*, 39, 311–319.
- Imeokparia, R. L., Barrett, J. P., Arrieta, M. I., Leaverton, P. E., Wilson, A. A., Hall, B. J. & Marlowe, S. M. (1994). Physical activity as a risk factor for osteoarthritis of the knee. *Ann Epidemiol*, 4, 221–230.
- Jackson, R. W. (1986). The scope of arthroscopy. *Clin Orthop Relat Res*, 69–71.
- Jacobsen, K. (1977). Osteoarthrosis following insufficiency of the cruciate ligaments in man. A clinical study. *Acta Orthop Scand*, 48, 520–526.
- Jaeger, M. & Wirth, C. J. (1986). *Praxis der Orthopädie*. Thieme-Verlag.
- Jensen, L. K. (2008). Knee osteoarthritis: influence of work involving heavy lifting, kneeling, climbing stairs or ladders, or kneeling/squatting combined with heavy lifting. *Occup Environ Med*, 65, 72–89.

- Jensen, L. K. & Eenberg, W. (1996). Occupation as a risk factor for knee disorders. *Scand J Work Environ Health*, 22, 165–175.
- Jensen, L. K., Mikkelsen, S., Loft, I. P., Eenberg, W., Bergmann, I. & Løgager, V. (2000). Radiographic knee osteoarthritis in floorlayers and carpenters. *Scand J Work Environ Health*, 26, 257–262.
- Kannus, P., Järvinen, M., Kontiala, H., Bergius, L., Hyssy, E., Salminen, E., Tuomi, A., Unkila, T. & Valtanen, I. (1987). Occurrence of symptomatic knee osteoarthrosis in rural Finland: a prospective follow up study. *Ann Rheum Dis*, 46, 804–808.
- Kasch, J. (1985). Zum Knorpelschaden des Kniegelenks - ein röntgenologisch-klinisch-experimenteller Beitrag zum Femoropatellargelenk sowie epidemiologische Untersuchungen im Schiffbau. *medizinische Dissertation, Berlin (DDR)*.
- Kasch, J. & Enderlein, G. (1986). Kniegelenksschäden im Schiffsbau. *Beitr Orthop Traumatol*, 33, 487–494.
- Kellgren, J. H. (1963). *Atlas of standard radiographs of arthritis* (Bd. 2 [The epidemiology of chronic rheumatism]). Oxford Blackwell Scientific.
- Kellgren, J. H. & Lawrence, J. S. (1952). Rheumatism in miners. II. X-ray study. *Br J Ind Med*, 9, 197–207.
- Kellgren, J. H. & Lawrence, J. S. (1958). Osteo-arthritis and disk degeneration in an urban population. *Ann Rheum Dis*, 17, 388–397.
- Kettunen, J. A., Kujala, U. M., Kaprio, J., Koskenvuo, M. & Sarna, S. (2001). Lower-limb function among former elite male athletes. *Am J Sports Med*, 29, 2–8.
- Kivimäki, J., Riihimäki, H. & Hänninen, K. (1992). Knee disorders in carpet and floor layers and painters. *Scand J Work Environ Health*, 18, 310–316.

- Klunder, K. B., Rud, B. & Hansen, J. (1980). Osteoarthritis of the hip and knee joint in retired football players. *Acta Orthop Scand*, 51, 925–927.
- Knobel, C. & Schmid, A. (2005). *Migration und Arbeit in Rhein-Main*. Frankfurt am Main: Migration und Arbeit Regionale Entwicklungspartnerschaft (M.A.R.E.).
- Kujala, U. M., Kaprio, J. & Sarna, S. (1994). Osteoarthritis of weight bearing joints of lower limbs in former elite male athletes. *BMJ*, 308, 231–234.
- Kumar, S. (1993). Perception of posture of short duration in the spatial and temporal domains. *Appl Ergon*, 24, 345–350.
- Lau, E. C., Cooper, C., Lam, D., Chan, V. N., Tsang, K. K. & Sham, A. (2000). Factors associated with osteoarthritis of the hip and knee in Hong Kong Chinese: obesity, joint injury, and occupational activities. *Am J Epidemiol*, 152, 855–862.
- Lawrence, J. S. (1955). Rheumatism in coal miners. III. Occupational factors. *Br J Ind Med*, 12, 249–261.
- Lindberg, H. & Montgomery, F. (1987). Heavy labor and the occurrence of gonarthrosis. *Clin Orthop Relat Res*, 235–236.
- Maetzel, A., Mäkelä, M., Hawker, G. & Bombardier, C. (1997). Osteoarthritis of the hip and knee and mechanical occupational exposure—a systematic overview of the evidence. *J Rheumatol*, 24, 1599–1607.
- Manninen, P., Heliövaara, M., Riihimäki, H. & Suoma-Iainen, O. (2002). Physical workload and the risk of severe knee osteoarthritis. *Scand J Work Environ Health*, 28, 25–32.
- Manninen, P., Riihimäki, H., Heliovaara, M. & Suomalainen, O. (2001). Physical exercise and risk of severe knee osteoarthritis requiring arthroplasty. *Rheumatology (Oxford)*, 40, 432–437.

- Manninen, P., Riihimäki, H., Heliövaara, M. & Mäkelä, P. (1996). Overweight, gender and knee osteoarthritis. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 20, 595–597.
- McAlindon, T. E., Wilson, P. W., Aliabadi, P., Weissman, B. & Felson, D. T. (1999). Level of physical activity and the risk of radiographic and symptomatic knee osteoarthritis in the elderly: the Framingham study. *Am J Med*, 106, 151–157.
- Mehrtens, G. & Perlebach, E. (1998). *Die Berufskrankheitenverordnung, Loseblattsammlung: Kommentar. Berlin 1977ff. Darin: M 2102, 33.Lfg.*
- Morrison, J. B. (1970). The mechanics of the knee joint in relation to normal walking. *J Biomech*, 3, 51–61.
- Mueller, H. (1979). Vergleichende Röntgenuntersuchungen der Knie- und Sprunggelenke bei ehemaligen Fussballspielern und Werk tätigen mit schwerer bzw. leichter körperlicher Arbeit. *Med. u. Sport*, 10, 313–315.
- Nauwald, G. (1986). Untersuchungen zur Häufigkeit professioneller Kniegelenkserkrankungen bei älteren Rohrschlossern im Hochseeschiffbau. *Beitr Orthop Traumatol*, 33, 124–128.
- Neyret, P., Donell, S. T. & Dejour, H. (1993). Results of partial meniscectomy related to the state of the anterior cruciate ligament. Review at 20 to 35 years. *J Bone Joint Surg Br*, 75, 36–40.
- Oliveria, S. A., Felson, D. T., Cirillo, P. A., Reed, J. I. & Walker, A. M. (1999). Body weight, body mass index, and incident symptomatic osteoarthritis of the hand, hip, and knee. *Epidemiology*, 10, 161–166.
- Oliveria, S. A., Felson, D. T., Reed, J. I., Cirillo, P. A. & Walker, A. M. (1995). Incidence of symptomatic hand, hip, and knee osteoarthritis among patients in a health maintenance organization. *Arthritis Rheum*, 38, 1134–1141.

- O'Reilly, S. C., Muir, K. R. & Doherty, M. (2000). Occupation and knee pain: a community study. *Osteoarthritis Cartilage*, 8, 78–81.
- Peat, G., McCarney, R. & Croft, P. (2001). Knee pain and osteoarthritis in older adults: a review of community burden and current use of primary health care. *Ann Rheum Dis*, 60, 91–97.
- Pfeil, E. (1966). Chondropathia patellae bei Bergarbeitern. *Zentralbl Chir*, 91, 1700–1704.
- Radin, E. L., Paul, I. L. & Rose, R. M. (1972). Role of mechanical factors in pathogenesis of primary osteoarthritis. *Lancet*, 1, 519–522.
- Roos, H., Lindberg, H., Gärdsell, P., Lohmander, L. S. & Wingstrand, H. (1994). The prevalence of gonarthrosis and its relation to meniscectomy in former soccer players. *Am J Sports Med*, 22, 219–222.
- Saase, J. L. van, Romunde, L. K. van, Cats, A., Vandenbroucke, J. P. & Valkenburg, H. A. (1989). Epidemiology of osteoarthritis: Zoetermeer survey. Comparison of radiological osteoarthritis in a Dutch population with that in 10 other populations. *Ann Rheum Dis*, 48, 271–280.
- Sahlström, A., Lanshammar, H. & Adalberth, G. (1995). Knee joint moments in work-related situations. *Ergonomics*, 38, 1352–1359.
- Sahlström, A. & Montgomery, F. (1997). Risk analysis of occupational factors influencing the development of arthrosis of the knee. *Eur J Epidemiol*, 13, 675–679.
- Sandmark, H., Hogstedt, C. & Vingård, E. (2000). Primary osteoarthrosis of the knee in men and women as a result of lifelong physical load from work. *Scand J Work Environ Health*, 26, 20–25.
- Scharf, H.-P. (2005). *Arthrose* (Bd. Knie). Georg Thieme Verlag Stuttgart.

- Schlomka, G. & Schröter, G. (1953). Über die Bedeutung der beruflichen Belastungen für die Entstehung der degenerativen Gelenkleiden. *Z Gesamte Inn Med*, 8, 473–476.
- Schouten, J. S., Ouweland, F. A. van den & Valkenburg, H. A. (1992). A 12 year follow up study in the general population on prognostic factors of cartilage loss in osteoarthritis of the knee. *Ann Rheum Dis*, 51, 932–937.
- Schouten, J. S. A. G., Bie, R. A. de & Swaen, G. (2002). An update on the relationship between occupational factors and osteoarthritis of the hip and knee. *Curr Opin Rheumatol*, 14, 89–92.
- Seidler, A., Bolm-Audorff, U., Abolmaali, N., Elsner, G. & the group knee osteoarthritis study. (2008). The role of cumulative physical work load in symptomatic knee osteoarthritis - a case-control study in Germany. *J Occup Med Toxicol*, 3, 14.
- Seidler, A., Hornung, J., Heiskel, H., Börner, M. & Elsner, G. (2001). Gonarthrose als Berufskrankheit? *Zbl Arbeitsmed*, 51, 106–117.
- Sonne-Holm, S. & Jacobsen, S. (2006). Osteoarthritis and obesity. *Ugeskr Laeger*, 168, 187–190.
- Spector, T. D., Cicuttini, F., Baker, J., Loughlin, J. & Hart, D. (1996). Genetic influences on osteoarthritis in women: a twin study. *BMJ*, 312, 940–943.
- Spector, T. D., Cooper, C., Cushnagan, J., Hart, D. J. & Dieppe, P. A. (1992). *A radiograph atlas of knee osteoarthritis*. London: Springer Verlag.
- Stürmer, T., Günther, K. P. & Brenner, H. (2000). Obesity, overweight and patterns of osteoarthritis: the Ulm Osteoarthritis Study. *J Clin Epidemiol*, 53, 307–313.
- Sutton, A. J., Muir, K. R., Mockett, S. & Fentem, P. (2001). A case-control study to investigate the relation between low and moderate levels of physical

- activity and osteoarthritis of the knee using data collected as part of the Allied Dunbar National Fitness Survey. *Ann Rheum Dis*, 60, 756–764.
- Tillmann, B. (2003). *Lehrbuch und Atlas der Anatomie des Menschen in 4 Bänden*. (Bd. 1 Bewegungsapparat). Georg Thieme Verlag Stuttgart.
- Turner, A. P., Barlow, J. H. & Heathcote-Elliott, C. (2000). Long term health impact of playing professional football in the United Kingdom. *Br J Sports Med*, 34, 332–336.
- Viikari-Juntura, E., Rauas, S., Martikainen, R., Kuosma, E., Riihimäki, H., Takala, E. P. & Saarenmaa, K. (1996). Validity of self-reported physical work load in epidemiologic studies on musculoskeletal disorders. *Scand J Work Environ Health*, 22, 251–259.
- Vingård, E., Alfredsson, L., Fellenius, E. & Hogstedt, C. (1992). Disability pensions due to musculo-skeletal disorders among men in heavy occupations. A case-control study. *Scand J Soc Med*, 20, 31–36.
- Vingård, E., Alfredsson, L., Goldie, I. & Hogstedt, C. (1991). Occupation and osteoarthritis of the hip and knee: a register-based cohort study. *Int J Epidemiol*, 20, 1025–1031.
- Wiberg, G. (1941). Roentgenographic and anatomic studies on the femoropatellar joint with special reference to chondromalacia patellae. *Acta Orthop Scand*, 12, 319–410.
- Wickström, G., Hänninen, K., Mattsson, T., Niskanen, T., Riihimäki, H., Waris, P. & Zitting, A. (1983). Knee degeneration in concrete reinforcement workers. *Br J Ind Med*, 40, 216–219.
- Wiktorin, C., Karlqvist, L. & Winkel, J. (1993). Validity of self-reported exposures to work postures and manual materials handling. Stockholm MUSIC I Study Group. *Scand J Work Environ Health*, 19, 208–214.

- Wiktorin, C., Selin, K., Ekenvall, L., Kilbom, A. & Alfredsson, L. (1996). Evaluation of perceived and self-reported manual forces exerted in occupational materials handling. *Appl Ergon*, 27, 231–239.
- Wirth, C. J. & Zichner, L. (2005). *Orthopädie und Orthopädische Chirurgie* (Bd. Knie). Georg Thieme Verlag Stuttgart.
- World Health Organization. (2000). Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. *World Health Organ Tech Rep Ser*, 894, 6–13.

Anhang

Anlage 1

Frankfurt am Main, September 2003

Studie zum Thema „Arbeit und Gesundheit“ **Patienteninformation**

Sehr geehrter Patient,

das Institut für Arbeitsmedizin der Universitätsklinik Frankfurt möchte Sie um Ihre Teilnahme an einer wissenschaftlichen Studie bitten. Diese Studie beschäftigt sich mit dem Thema „Arbeit und Gesundheit“. Hierzu befragen wir sowohl kranke als auch gesunde Menschen zu ihrer **beruflichen und außerberuflichen Vorgeschichte**. Wir ermitteln das Ausmaß der körperlichen Belastung, um u.a. einen Zusammenhang zu bestimmten Gesundheitsstörungen herstellen zu können. Unser Ziel ist es, zu einer verbesserten **Vorbeugung** von solchen Gesundheitsstörungen beizutragen.

Worin besteht Ihr Beitrag zur Studie?

Wir möchten mit Ihnen ein etwa 1- bis 1½-stündiges **Interview** durchführen über Ihre Belastungen in Beruf und Freizeit und über Ihren Gesundheitszustand.

Ferner möchten wir Sie um Ihr Einverständnis darum bitten, dass wir die medizinischen Befunde, die im Zusammenhang mit Erkrankungen des Bewegungsapparats stehen, bei den von Ihnen angegebenen Ärzten anfordern und dass wir bei etwaigen späteren **Rückfragen** erneut Kontakt mit Ihnen aufnehmen dürfen.

Was geschieht mit Ihren Angaben?

Von den behandelnden Ärzten werden die medizinischen Befunde, die in einem Zusammenhang mit Erkrankungen des Bewegungsapparats stehen, sowie Ihre **Röntgenaufnahmen vom Skelett** an das Institut für Arbeitsmedizin übermittelt.

Personenbezogene Daten (**Ihre Röntgenbilder**) werden an Dr. med. N. D. Abolmaali (z. Z.: ZIK OncoRay, Dresden) zur Begutachtung geschickt. Die Röntgenbilder werden zusammen mit den Röntgenbefunden unmittelbar nach der röntgenologischen Befundung an das Institut für Arbeitsmedizin zurückgeschickt. Das Institut für Arbeitsmedizin schickt die Röntgenbilder an Ihre behandelnden Ärzte zurück.

Ihre Teilnahme an der Studie ist **freiwillig**. Wenn Sie nicht teilnehmen möchten, entstehen Ihnen daraus keine Nachteile. Insbesondere entstehen Ihnen auch keine Nachteile in Ihrer weiteren medizinischen Versorgung. Sie können Ihr Einverständnis zur Teilnahme jederzeit ohne Angabe von Gründen – und ohne dass Ihnen daraus irgendwelche Nachteile entstehen – zurückziehen.

Die Vorschriften des Datenschutzes werden selbstverständlich eingehalten: Der **Hessische Datenschutzbeauftragte** hat keine datenschutzrechtlichen Bedenken gegen die Durchführung der Studie in der vorliegenden Form. Ebenso hat die **Ethikkommission** der Frankfurter Universitätsklinik der Studiendurchführung zugestimmt.

Wir möchten Sie nochmals herzlich um Ihre Teilnahme an dieser Studie bitten. Der Erfolg hängt ganz wesentlich von einer Einwilligung **möglichst aller** zur Teilnahme eingeladenen Personen ab. Sollten Sie jetzt oder später noch Fragen zur Studiendurchführung haben, steht Ihnen die Direktorin des Instituts für Arbeitsmedizin, Frau Prof. Dr. Gine Elsner (Tel.: 069/6301-7609), zur Verfügung.

Anlage 2

Frankfurt am Main, September 2003

Studie zum Thema „Arbeit und Gesundheit“ **Einverständniserklärung von Patienten**

Ich bin damit einverstanden, mich an der Studie zu beteiligen. Die schriftliche Patienteninformation zum Ablauf der Studie habe ich erhalten und verstanden. Ich bin über das Vorhaben zusätzlich mündlich aufgeklärt worden und habe dazu keine weiteren Fragen.

- Ich erkläre mich dazu bereit, an einem Interview teilzunehmen.
- Ich bin damit einverstanden, dass von den von mir angegebenen behandelnden Ärzten medizinische Befunde, die in Zusammenhang mit Erkrankungen des Bewegungsapparats stehen, sowie meine Röntgenaufnahmen vom Skelett an das Institut für Arbeitsmedizin der Universität Frankfurt übermittelt werden.
- Ich bin damit einverstanden, dass meine Röntgenbilder an Dr. med. N. D. Abolmaali (z. Z.: ZIK OncoRay, Dresden) zur röntgenologischen Befundung geschickt werden.
- Ich bin damit einverstanden, dass bei etwaigen späteren Rückfragen erneut Kontakt mit mir aufgenommen wird.

Mir ist bekannt, dass meine persönlichen Daten ausschließlich für wissenschaftliche Zwecke verwendet werden. Meine personenbezogenen Daten werden im Institut für Arbeitsmedizin bis 5 Jahre nach Studienende aufbewahrt. Nach Ablauf von 5 Jahren werden meine personenbezogenen Daten gelöscht bzw. vernichtet. Meine Daten verbleiben nach Ablauf von 5 Jahren nach Studienende lediglich in anonymisierter Form im Institut für Arbeitsmedizin. Die anonymisierten Daten werden für Veröffentlichungen genutzt.

Meine Teilnahme ist freiwillig. Ich kann mein Einverständnis zur Teilnahme jederzeit ohne Angabe von Gründen – und ohne dass mir daraus Nachteile in der weiteren medizinischen Versorgung entstehen – zurückziehen.

.....
Ort, Datum

.....
Unterschrift des Patienten

.....
Unterschrift des Mitarbeiters des Instituts für Arbeitsmedizin

Name, Vorname

Straße, Hausnummer

PLZ, Ort

Telefon (privat)

Telefon (beruflich)

Anlage 3

Datum: ____.

Nr. ____
(nicht vom Arzt ausfüllen)

Befundbogen bei fortgeschrittener Gonarthrose mit Gelenkspaltverschmälerung (Erstdiagnose nach Jan. 1999) bei Männern.

Vom behandelnden Arzt auszufüllen bzw. anzukreuzen

Patient:

PLZ: _____

Längster Beruf: _____

Datum der Erstdiagnose: _____

Teilnahme an der Studie: Ja Nein

ACHTUNG: Nur bei Teilnahme des Patienten weiter ausfüllen!!!

Name, Vorname: _____

geboren am: _____

Adresse: _____

Telefon: _____

Klinik-, Praxistempel: _____

Befunde:

Bewegungsmaße nach Neutral-Null:

| | |
|----------------|----------------|
| rechtes Knie | linkes Knie |
| ____/____/____ | ____/____/____ |

1. Röntgen:

Arthrose mit Gelenkspaltverschmälerung

| | |
|---------------|--------------|
| rechtes Knie: | linkes Knie: |
| med. lat. | med. lat. |

Datum Erstdiagnose: _____

Dysplasie Typ Wiberg

| | |
|--------------------------|--------------------------|
| rechtes Knie: | linkes Knie: |
| I° II° III° IV° | I° II° III° VI° |

Datum Erstdiagnose: _____

2.1. Meniskusschaden:

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| rechtes Knie: | linkes Knie: |
| med. | med. |
| _____ klinisch MRT Arthroskopie offene OP sonstiges unbekannt | _____ klinisch MRT Arthroskopie offene OP sonstiges unbekannt |

Datum Erstdiagnose: _____

| | |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Gesichert durch: | Gesichert durch: |
| _____ klinisch MRT Arthroskopie offene OP | _____ klinisch MRT Arthroskopie offene OP |

Anlage 4

Institut für Arbeitsmedizin
Direktorin: Prof. Dr. med. G. Elsner
Tel.: 069-6301-6650

Pat.-Nr.: _ _ _
(Nicht vom Radiologen auszufüllen)

Gonarthrose-Studie

Röntgenbefund

(vom Radiologen auszufüllen bzw. anzukreuzen)

Datum der Nachbefundung: __.__.2006

Name des Patienten:.....

Vorname des Patienten:.....

Datum des Röntgenbilds: __. __. __

Röntgenbild angefertigt im:

| | | |
|------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Liegen | <input type="checkbox"/> Stehen | <input type="checkbox"/> Einbeinstand |
| <input type="checkbox"/> Sonstiges:..... | | |

Arthrose-Stadien (nach Kellgren & Lawrence):

| | Rechtes Knie | | Linkes Knie | |
|-----------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
| | <u>medial</u> | <u>lateral</u> | <u>medial</u> | <u>lateral</u> |
| - Grad 1 | ◇ | ◇ | ◇ | ◇ |
| - Grad 2 | ◇ | ◇ | ◇ | ◇ |
| - Grad 3 | ◇ | ◇ | ◇ | ◇ |
| - Grad 4 | ◇ | ◇ | ◇ | ◇ |

Retropatellararthrose:

| Osteoarthritis: | Rechtes Knie | | Linkes Knie | |
|---------------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
| | <u>medial</u> | <u>lateral</u> | <u>medial</u> | <u>lateral</u> |
| - ja | ◇ | ◇ | ◇ | ◇ |
| - nein | | ◇ | | ◇ |
| - nicht beurteilbar | ◇ | | ◇ | |

Patella alta:

| | Rechtes Knie | Linkes Knie |
|---------------------|--------------|-------------|
| - ja | ◇ | ◇ |
| - nein | ◇ | ◇ |
| - nicht beurteilbar | ◇ | ◇ |

Anlage 5

Frankfurt am Main, Sept. 2003

Studie zum Thema „Arbeit und Gesundheit“ **Informationen zur Zielsetzung und zum Ablauf [Kontrollgruppe]**

Sehr geehrter Herr,

das Institut für Arbeitsmedizin der Universitätsklinik Frankfurt möchte Sie um Ihre Teilnahme an einer wissenschaftlichen Studie bitten. Diese Studie beschäftigt sich mit dem Thema „Arbeit und Gesundheit“. Hierzu befragen wir sowohl kranke als auch gesunde Menschen zu ihrer **beruflichen und außerberuflichen Vorgeschichte**. Wir ermitteln das Ausmaß der körperlichen Belastung, um u.a. einen Zusammenhang zu bestimmten Gesundheitsstörungen herstellen zu können. Unser Ziel ist es, zu einer verbesserten **Vorbeugung** von solchen Gesundheitsstörungen beizutragen.

Worin besteht Ihr Beitrag zur Studie?

Wir möchten mit Ihnen ein etwa 1- bis 1½-stündiges **Interview** durchführen über Ihre Belastungen in Beruf und Freizeit und über Ihren Gesundheitszustand.

Ferner möchten wir Sie um Ihr Einverständnis darum bitten, dass wir bei etwaigen späteren **Rückfragen** erneut Kontakt mit Ihnen aufnehmen dürfen.

Was geschieht mit Ihren Angaben?

Ihre personenbezogenen Daten werden im Institut für Arbeitsmedizin bis 5 Jahre nach Studienende aufbewahrt. Nach Ablauf von 5 Jahren werden Ihre im Institut für Arbeitsmedizin aufbewahrten **personenbezogenen Daten gelöscht bzw. vernichtet**. Ihre Daten verbleiben nach Ablauf von 5 Jahren nach Studienende lediglich in **anonymisierter Form** im Institut für Arbeitsmedizin.

Ihre Teilnahme an der Studie ist **freiwillig**. Wenn Sie nicht teilnehmen möchten, entstehen Ihnen daraus keine Nachteile. Sie können Ihr Einverständnis zur Teilnahme jederzeit ohne Angabe von Gründen – und ohne dass Ihnen daraus irgendwelche Nachteile entstehen – zurückziehen.

Die Vorschriften des Datenschutzes werden selbstverständlich eingehalten: Der **Hessische Datenschutzbeauftragte** hat keine datenschutzrechtlichen Bedenken gegen die Durchführung der Studie in der vorliegenden Form. Ebenso hat die **Ethikkommission** der Frankfurter Universitätsklinik der Studiendurchführung zugestimmt.

Wir möchten Sie nochmals herzlich um Ihre Teilnahme an dieser Studie bitten. Der Erfolg hängt ganz wesentlich von einer Einwilligung **möglichst aller** zur Teilnahme eingeladenen Personen ab. Sollten Sie jetzt oder später noch Fragen zur Studiendurchführung haben, steht Ihnen die Direktorin des Instituts für Arbeitsmedizin, Frau Prof. Dr. Gine Elsner (Tel.: 069/6301-7609), zur Verfügung.

Anlage 6

Frankfurt am Main, Sept. 2003

Studie zum Thema „Arbeit und Gesundheit“ **Einverständniserklärung der Studienteilnehmer [Kontrollgruppe]**

Ich bin damit einverstanden, mich an der Studie zu beteiligen. Die schriftlichen Informationen zum Ablauf der Studie habe ich erhalten und verstanden. Ich bin über das Vorhaben zusätzlich mündlich aufgeklärt worden und habe dazu keine weiteren Fragen.

- Ich erkläre mich dazu bereit, an einem Interview teilzunehmen.
- Ich bin damit einverstanden, dass bei etwaigen späteren Rückfragen erneut Kontakt mit mir aufgenommen wird.

Mir ist bekannt, dass meine persönlichen Daten ausschließlich für wissenschaftliche Zwecke verwendet werden. Meine personenbezogenen Daten werden im Institut für Arbeitsmedizin bis 5 Jahre nach Studienende aufbewahrt. Nach Ablauf von 5 Jahren werden meine personenbezogenen Daten gelöscht bzw. vernichtet. Meine Daten verbleiben nach Ablauf von 5 Jahren nach Studienende lediglich in anonymisierter Form im Institut für Arbeitsmedizin. Die anonymisierten Daten werden für Veröffentlichungen genutzt.

Meine Teilnahme ist freiwillig. Ich kann mein Einverständnis zur Teilnahme jederzeit ohne Angabe von Gründen – und ohne dass mir daraus irgendwelche Nachteile entstehen – zurückziehen.

.....
Ort, Datum

.....
Unterschrift des Studienteilnehmers

.....
Unterschrift des Mitarbeiters des Instituts für Arbeitsmedizin

Name, Vorname

Straße, Hausnummer

PLZ, Ort

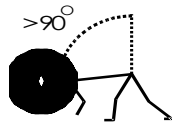
Telefon (privat)

Telefon (beruflich)

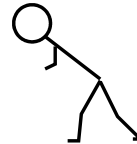
Anlage 7

Karte 2

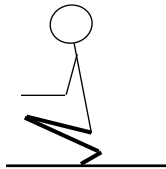
Extreme Rumpfbeugung ($>90^\circ$)



Arbeiten in stark gebeugter
Rumpfhaltung (**45-90°**)



Arbeiten im Hocken



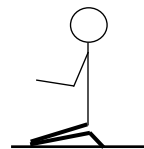
Arbeiten im Knien



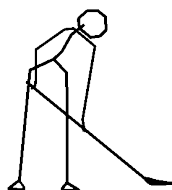
Hände auf oder über Schulterniveau



Arbeiten im Fersensitz



beim Schaufeln



Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Frau Prof. Dr. med. Gine Elsner für die Bereitstellung des Themas und die Möglichkeit, am Institut für Arbeitsmedizin der Universität Frankfurt am Main die Doktorarbeit durchführen zu können, und für die hervorragenden Arbeitsbedingungen sowie für die sehr gute Betreuung während des gesamten Zeitrahmens.

Des Weiteren möchte ich mich bei PD Dr. med. Andreas Seidler, M.P.H. (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin [BAuA], Berlin) für die durchgeführten Berechnungen und die Ausbildung insbesondere in den epidemiologischen Themengebieten bedanken.

Besonders bedanken möchte ich mich bei Herrn PD Dr. med. Nasreddin D. Abolmaali (OncoRay, Dresden) für die Zweitbegutachtung der Röntgenbilder, ohne die diese Arbeit nicht fertiggestellt werden konnte.

Insbesondere für die Zusammenarbeit bei der Erhebung der dieser Arbeit zugrundeliegenden Daten der Patienten bedanke ich mich recht herzlich bei allen beteiligten Kliniken und Praxen.

Meinen Kollegen Dr. med. Ilias Vrezas, Dimitrios Bechtsis, Leif Reefschläger, Sebastian Ridder gebührt herzlicher Dank für die gemeinsam gemeisterte Datenerhebung und Interviewdurchführung. Frau Monika Büchner danke ich ebenfalls für die tatkräftige Unterstützung beim Interviewen der Probanden.

Frau Ilona Meurer-Wurzer sowie Frau Gabriele Volante, die mir in Krisenzeiten beistanden und mir bei der Bewältigung von Unmengen von Daten sehr behilflich waren, möchte ich auch gebührend danken.

Des Weiteren bedanke ich mich bei meiner Familie, insbesondere bei meiner Frau Neslihan Gül, die mich in den vergangenen Jahren moralisch unterstützt haben.

Lebenslauf

AKAN GÜL
THOMASTR.6, 35396 GIESSEN
E-MAIL: akan@gmx.de

PERSÖNLICHE DATEN

- | | |
|------------------------|-----------------|
| ■ Geburtsdatum: | 11. Januar 1978 |
| ■ Geburtsort: | Weinheim |
| ■ Staatsangehörigkeit: | deutsch |
| ■ Familienstand: | verheiratet |
| ■ Kinder: | 2 |

DERZEITIGE TÄTIGKEIT

seit Januar 2007 Assistenzarzt in der Weiterbildung zum Facharzt für
Allgemeinchirurgie im St. Josefs Krankenhaus Giessen

FRÜHERE TÄTIGKEITEN

11/2005 bis 12/2006 wissenschaftlicher Mitarbeiter im Institut für Arbeitsmedizin,
Fachbereich Medizin der Goethe-Universität Frankfurt am Main

HOCHSCHULAUFBILDUNG

| | |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 05/2005 | 3. Abschnitt der ärztlichen Prüfung und Approbation |
| 04/1998 - 03/2005 | Studium der Humanmedizin an der Johann-Wolfgang-Goethe Universität, Frankfurt am Main |

SCHULAUFBILDUNG

| | |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 08/1990 – 06/1997 | Georg-Büchner-Schule, Gymnasium, Darmstadt Abschluss: Abitur |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------|

Giessen, den 04. Februar 2009



Schriftliche Erklärung

Ich erkläre, daß ich die dem Fachbereich Medizin der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main zur Promotionsprüfung eingereichte Dissertation mit dem Titel

„Gonarthrose und Heben und Tragen schwerer Lasten im Beruf“

im Institut für Arbeitsmedizin des Zentrums für Gesundheitswissenschaften unter Betreuung und Anleitung von Prof. Dr. med. Gine Elsner mit Unterstützung durch PD Dr. med. Andreas Seidler, M.P.H. (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin [BAuA], Berlin) ohne sonstige Hilfe selbst durchgeführt und bei der Abfassung der Arbeit keine anderen als die in der Dissertation angeführten Hilfsmittel benutzt habe.

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit wurde in folgendem Publikationsorgan veröffentlicht:

—The role of cumulative physical work load in symptomatic knee osteoarthritis - a case-control study in Germany— Andreas Seidler, Ulrich Bolm-Audorff, Nasreddin Abolmaali, Gine Elsner and the knee osteoarthritis study-group, Journal of Occupational Medicine and Toxicology (2008), Band 3, Heft-Nr. 1, Seite 14

Ich habe bisher an keiner in- oder ausländischen Universität ein Gesuch um Zulassung zur Promotion eingereicht. Die vorliegende Arbeit wurde bisher nicht als Dissertation eingereicht.

Giessen, den 04.02.2009

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Akan Gül', with a long horizontal stroke extending to the left.

Akan GÜL